

Kapitel V

Darstellung und Interpretation der Ergebnisse – Antworten auf die vier Forschungsfragen

Um zu untersuchen, inwieweit ein Chemieunterricht, der auf der Basis der Wagenscheindidaktik konzipiert wurde, Schülerinnen an der Regelschule zu einem *Vertieften Verstehen* von dem, was eine *Chemische Reaktion* ist, verhelfen kann, wurde(n):

- dargestellt, was die Wagenscheindidaktik ihrem Wesen nach ausmacht und ihr Ziel, das *Vertiefte Verstehen* in der Husserlschen Phänomenologie fundiert, so dass der Begriff *Vertieftes Verstehen* zum pädagogischen Fachbegriff werden konnte
- eine Unterrichtssequenz auf der Grundlage der Wagenscheindidaktik konzipiert und geplant
- Methoden zur Untersuchung dieser Unterrichtssequenz und der darin stattfindenden Lern- und Verstehensprozesse vorgestellt.

In diesem Kapitel sollen nun die Ergebnisse der Untersuchung dargestellt und interpretiert werden, indem die vier Forschungsfragen nacheinander beantwortet werden.

1 Forschungsfrage 1: Inwieweit kann man den gehaltenen Unterricht der Wagenscheindidaktik zuordnen?

1.1 Wo fußt der gehaltene und untersuchte Unterricht auf der Wagenscheindidaktik?

1.2 An welchen Stellen geht er über die Wagenscheindidaktik hinaus?

1.1 Wo fußt der gehaltene und untersuchte Unterricht auf der Wagenscheindidaktik?

Häufigkeiten der Einzeläußerungen – skalierend-strukturierende Inhaltsanalyse (Vergl. Lissmann 1997, S.52ff.)

Die Transkripte der gehaltenen Unterrichtsstunden werden zunächst an Hand der Häufigkeit der einzelnen Aussagetypen einer skalierend strukturierenden Inhaltsanalyse unterzogen. Dabei werden zuerst nur die Einzelaussagen betrachtet. Die Ausprägungen werden hierbei trichotom eingeschätzt, einmal Äußerungen, die auf einen wagenscheinschen Unterricht im oben beschriebenen Sinne hindeuten (**GSE** – genetisch-sokratisch-exemplarisch), zum zweiten, Äußerungen, die eher einem fragend-entwickelnden Unterrichtsstil (**FEU**) zuzuordnen sind und somit einem wagenscheinschen Unterricht zuwiderlaufen und zum dritten Äußerungen, die weder auf das eine noch auf das andere schließen lassen (**neutral**), weil sie in allen Unterrichtsformen auftauchen können. Der besseren Übersicht halber wird die Tabelle hier noch einmal abgedruckt.¹⁴⁹

Sie dient gleichzeitig auch als Legende für die dann folgende Tabelle der Häufigkeitsverteilung der Einzelaussagen:

Kriterium	Erläuterung	Zuordnung			Erläuterung der Zuordnung
S-Schüler-äußerungen		GSE	FEU	neutral	
SK	Schüler knüpft an vorgenannte Beiträge an.				
SK1	1. nimmt Bezug auf vorgenannte Beiträge (antwortet)			X	Das Anknüpfen an vorgenannte Beiträge wird nicht beim bloßen Antworten oder Weiterführen der Argumentation, sondern nur bei
SK2	2. führt von selbst die Argumentation weiter			X	

¹⁴⁹ Vergl. auch: Lissmann 1997, S.53.

Kriterium	Erläuterung	Zuordnung			Erläuterung der Zuordnung
SK3	3. greift alten Gesprächsfaden auf oder bringt völlig neuen Aspekt in das Gespräch mit ein	X			selbständigen Einbringen eines neuen Aspektes oder qualitativer Weiterentwicklung eines alten Argumentationsgangs als ein Merkmal eines genetisch-sokratisch-exemplarischen Unterrichts eingeschätzt.
SA	Schüler suchen die Autorität des Lehrers in der Sache		X		Wagenschein grenzt den genetisch-sokratisch-exemplarischen Unterricht klar von Äußerungen ab, denen der sogenannte „Hundebllick auf den Lehrer“ zugrunde liegt.
SB	Schüler verwendet Beziehungs- oder Vergleichswörter	X			Eigene Wörter bzw. eigene sprachliche Formulierungen sind klare Hinweise auf eine eigene gedankliche Auseinandersetzung mit der Sache.
SD	Schüler spricht seine eigene, keine auswendig gelernte Sprache, auch Dialektwörter, um das Phänomen zu beschreiben	X			
SV	Schülerverhalten lässt Rückschlüsse darauf zu, dass es den Schülerinnen um das Verstehen geht (Volition)	X			Diese Zuordnung wird vorgenommen, wenn die Äußerungen der Schülerinnen das Verstehen als Ziel eindeutig formulieren beziehungsweise thematisieren.
SW	Schülerin ist in Gedanken woanders und nicht beim Thema			X	Eine zeitweilige Ablenkung der Schülerinnen aber auch ein Regeln des sozialen Geschehens kann in jeder Form des Unterrichts vorkommen und ist daher kein spezifisches Kriterium für eine Einschätzung.
Ssoz	Schülerin regelt das soziale Geschehen in der Gruppe/Klasse			X	
L-Lehrer-äußerungen		GS	FE	neutra	
LK		E	U	l	
LK	Lehrer knüpft an vorgenannte Beiträge an			X	Das Anknüpfen des Lehrers an vorgenannte Beiträge tritt sowohl im fragend-entwickelnden Unterricht als auch im sokratischen Gespräch auf, aus dem bloßen Anknüpfen kann daher noch keine eindeutige Zuordnung vorgenommen werden. Diese Einschätzung wird daher dann vorgenommen, wenn sich aus dem Inhalt keine konkretere Zuordnung vornehmen lässt.
LM	Lehrer verhält sich als Moderator des Gesprächs				
LM1	1. Aufmerksamkeitslenkung im Sinn von Awareness	X			Diese Kriterien ergeben sich aus dem maieutischen Rollenverständnis des Lehrers, der sich selbst zurücknimmt, um den Schülerinnen dabei zu helfen, eine eigene Auffassung hervorzubringen.
LM2	2. Lehrer fragt nach, so dass es die Schülerin selbst finden kann	X			
LM3	3. Lehrer stellt Schülerinnen-Gedankengänge gegeneinander und veranlasst zum abwägen	X			
LM4	4. Lehrer ist an der Meinung der Schülerinnen interessiert	X			
LM5	5. Lehrer bringt Schülerverhalten in Bezug zur Tätigkeit des Problemlösens	X			
LM6	6. Lehrer gibt die Frage an die Schülerinnen zurück	X			
LM7	7. Lehrer fasst erarbeitete Ergebnisse in Rückschau auf die Facetten der Schüleräußerungen zusammen	X			
LA	Lehrer verhält sich als Aushandelnder des Ergebnisses				
LA1	1. Aufmerksamkeitslenkung im Sinne von Attention		X		Diese Kriterien ergeben sich aus einem Rollenverständnis des Lehrers als eines Experten, der die Schülerinnen durch eine geschickte Fragetechnik zu der richtigen Auffassung der Sache hinführt. Dem liegt die Überzeugung zugrunde, dass es überhaupt nur eine richtige Sichtweise auf den Sachverhalt gibt.
LA2	2. Lehrer weist direkt auf etwas hin		X		
LA3	3. Lehrer selektiert Schülerbemerkungen		X		
LA4	4. Lehrer vermittelt den Eindruck, dass er gute von schlechten Antworten unterscheiden kann		X		
LA5	5. Lehrer wertet Schülerverhalten		X		
LA6	6. Lehrer fasst erarbeitete Ergebnisse in Vorschau auf das von ihm angestrebte Lernziel zusammen		X		

Kriterium	Erläuterung	Zuordnung			Erläuterung der Zuordnung
LF	Lehrerverhalten lässt Rückschlüsse auf den Fokus des Lehrers zu, dieser liegt:				
LF1	1. auf ihm selbst			X	Nur bei einem Fokus des Lehrers auf die Sache wird die Einschätzung eines Rollenwechsels des Lehrers weg vom Experten hin zum Längerlernenden vorgenommen.
LF2	2. auf seinen Lehrerhandlungen			X	
LF3	3. auf dem Verhalten der Schüler			X	
LF4	4. auf dem Lernen der Schüler			X	
LF5	5. auf der Sache	X			
LV	Lehrer macht deutlich, dass es um das Verstehen geht				
LV1	1. allgemein um das Verstehen	X			Diese Zuordnung wird vorgenommen, wenn die Lehreräußerungen das Verstehen als Ziel eindeutig formulieren beziehungsweise thematisieren.
LV2	2. um das individuelle Verstehen	X			
LO	Lehrer organisiert das unterrichtliche Geschehen durch:				
LOO	• Organisatorische Anweisungen („Nimm bitte den Spatel“ etc.)			X	Die organisatorische Rolle des Lehrers ist unabhängig vom Unterrichtsverfahren Bestandteil jedes Unterrichts. Hieraus lässt sich keine eindeutige Zuordnung ableiten.
LOD	• Direkte Anweisungen („Hör damit auf.“)			X	
LOS	• Klären der sozialen/pädagogischen Verhältnisse („Ich bringe Dir das Blatt später.“)			X	
LOK	• Klären eines Sachverhalts („In diesem Sinne ist das gemeint.“)			X	
LInit					
LInit	Lehrer wirkt im wagenscheinschen Sinne als Initiator zur Verbindung der Lernenden mit der Sache durch Wechsel des Fokus und Wechsel der Rolle als Aushandlender/Moderierender	X			Diese Einschätzung ergibt sich durch den Wechsel der Lehrerrolle und den Wechsel des Fokus des Lehrers während einer Lehreräußerung.

Es ergibt sich folgende Häufigkeitsverteilung der Einzelaussagen¹⁵⁰:

2005-11-002	Doppelstunde ¹⁵¹										2005-11-001																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	Schüleräußerungen										Lehreräußerungen																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	SK										LM			LA				LF			LV		LO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
117	157		1								LK	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								

¹⁵⁰ Da einige Aussagen auch mehreren Kategorien zugeordnet werden ist die Summe der Aussagen größer als die Anzahl der einzelnen Textabschnitte.

¹⁵¹ Wie im Kapitel über die Konzeption und die Durchführung der empirischen Untersuchung beschrieben werden die Videofilme nach dem Dokumentationssystem zur Unterrichtsforschung (Hörner 1993) systematisiert. Die dabei den Unterrichtsstunden zugeordneten Archivnummern werden in dieser Spalte als Bezeichnung der Stunden beibehalten. Vergl.: Hörner 1993 in: Ulrich & Buck (Hrsg.) 1993, S. 307ff.

Doppelstunde ¹⁵¹		Schüleräußerungen					Lehreräußerungen																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
		SK			SA	SB	SD	SV	SW	SSoz	LK	LM							LA					LF			LV		LO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
		1	2	3								1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	1	2	0	D	S	K																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
2005-12-004	2005-12-003	2005-12-002	2005-12-001	2005-11-004	2005-11-003	254	172	238	187	344	225																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														</

Kritik

Die Häufigkeiten der Einzelaussagen können jedoch nur in sehr bedingtem Maße Aufschluss über den genetisch-sokratisch-exemplarischen Charakter der Unterrichtsstunden geben, da eine atomisierte Betrachtungsweise keine Rückschlüsse auf den Prozess des Unterrichtsgangs zulassen kann. Aus diesem Grund müssen die Stunden und ihre Phasen zusätzlich noch einzeln betrachtet werden. Insofern folgt die Untersuchung auch auf der Meta-Ebene dem Wagenscheinschen Grundgedanken, der ein nur-summatives Aneinanderreihen von Einzelfaktoren für ein Verstehen des Gesamtphänomens für abträglich hält. Grundgedanke der Untersuchung und Grundgedanke des der Untersuchung zugrundeliegenden Gegenstandes sind somit im habermasschen Sinne kohärent (Vergl.: Habermas 1992, S. 79).

Die Stunden

1. *Chromatographie 8a (05/06)*¹⁵²
2. *Golddünen 8a (05/06)*
3. *Watte erwärmen 8a (05/06)*
4. *Kupfer und Schwefel 8a (05/06)*
5. *Chromatographie 8b (05/06) (Einzelstunde)*
6. *Golddünen 8b (05/06)*
7. *Watte erwärmen 8b (05/06)*
8. *Kupfer und Schwefel 8b (05/06)*

Die Stunden und ihre Phasen im einzelnen

Chromatographie 8a (05/06)

Anlage der Doppelstunde

Die Sozialform wechselt zwischen Klassengespräch und Gruppenarbeit. Die Frontal- und Einzelarbeitsphasen werden in der folgenden Übersicht mit Großbuchstaben in fortlaufender Reihenfolge abgekürzt (A, B, C usw.), die Gruppenarbeitsphasen mit GA, GB usw. (Diese Bezeichnungsweise wird auch in den Transkripten zur genauen Kennzeichnung der Einzelbeiträge übernommen).

Phase	Sozialform
A	Klassengespräch frontal - die Schülerinnen sitzen an den Gruppentischen, blicken allerdings alle nach vorne
G1A und G2A (gleichzeitig)	Gruppenarbeit in allen vier Gruppen, von denen nur G1 und G2 videographiert werden.
B	Klassengespräch frontal - die Schülerinnen sitzen an den Gruppentischen, blicken allerdings alle zur Mitte
G1B und G2B (gleichzeitig)	Gruppenarbeit in allen vier Gruppen, von denen nur G1 und G2 videographiert werden.
C	Klassengespräch im Kreis

Bei den Versuchen und im Gespräch können alle Schülerinnen einander gegenseitig sehen. Damit ist eine organisatorische Voraussetzung für ein sokratisches Gespräch geschaffen. Ein Metagespräch findet am Ende der Unterrichtssequenz nach der vierten Doppelstunde statt.

Anlage des Experimentes

Das Experiment zur Papierchromatographie ist so ausgewählt worden, dass es für die Schülerinnen mit einfachsten Mitteln durchführbar ist. Es lässt durch die Wahl der Farbstifte und gegebenenfalls auch des Fließmittels und des Trägers (beispielsweise Kreide) viele Variationen zu → Ex Var

¹⁵² Die Zahl (05/06) bezeichnet das Schuljahr 2005/2006, in dem die Untersuchung durchgeführt wurde im Unterschied zur Iterationssequenz im Schuljahr 2006/2007, die mit Golddünen 8b (06/07) bezeichnet wird.

Es ist einfach, ungefährlich, von allen Schülerinnen durchführbar und vom Versuchsaufbau leicht durchschaubar. Die Schülerinnen haben sogar die Möglichkeit, das Experiment mit einfachen Mitteln (Filterpapier, Tasse bzw. Untertasse) zu Hause zu wiederholen → **Ex Ein**
Das Experiment kann auch als Initiationsexperiment dienen, denn es ermöglicht die Frage nach den physikalischen und den chemischen Farben, die geeignet ist, sokratisch diskutiert zu werden.

Durchführung

Phase A

Die Klasse wirkt am Anfang der Stunde noch sehr müde, der Lehrer führt in der ersten Phase den Versuchsablauf des Schülerexperiments pantomimisch vor (16A). → **Linit**

Die Schülerinnen beobachten und unterhalten sich dabei nicht. Nach der Vorführung fordert der Lehrer die Schülerinnen auf, ihre Hypothesen zu notieren. Dabei weist er explizit auf die Möglichkeit mehrerer Hypothesen hin und ermuntert die Schülerinnen auch, im Dialekt zu schreiben (18A).

Phase G1A und Phase G2A

In der ersten Gruppenarbeitsphase formulieren die Schülerinnen ihre Hypothesen. Bei den Probeaufnahmen in dieser Stunde stehen die Mikrofone noch in einem Abstand zu den Gruppenarbeits-tischen, so dass viele Beiträge in diesen Phasen unverständlich bleiben. (21G1A, 23G1A, 25G1A, 33G1A usw. sowie 48G2A, 49G2A, 57G2A usw.) In den folgenden Doppelstunden werden dann die Mikrofone dichter an den Gruppentischen platziert, so dass von da an die Beiträge wesentlich besser verständlich sind.

Der Lehrer lässt bewusst viel Zeit für die Hypothesenformulierung (44G1A/67G2A).

Phase B

In dieser Phase bleiben die Schülerinnen an den Gruppentischen sitzen, schauen aber zur Mitte. Der Lehrer führt das Gespräch zu diesem Zeitpunkt sehr eng. (70B, 72B, 74B, 76B, 77B).

Inhaltlich zeigen sich vier unterschiedliche Hypothesen, die der Lehrer stehen lässt, ohne sie zu bewerten.(93B).

Phase G1B und Phase G2B

Die Schülerinnen führen den Versuch gemeinsam und selbstständig durch. Größtenteils sind sie dabei in beiden Gruppen konzentriert bei der Sache; erst gegen Ende der Phase, als der Versuch durchgeführt und die Beobachtung notiert sind, sind sie mit anderen Gesprächsthemen beschäftigt.

Phase C

Zeitlicher Ablauf dieser Phase

Während dieser Phase sitzen die Schülerinnen im Kreis, der Lehrer unter ihnen. Zunächst lesen die Schülerinnen der Reihe nach ihre Wahrnehmungen vor. Die gefundenen Wahrnehmungen werden in der Klasse diskutiert, und wenn über sie Einigkeit besteht, vom Lehrer an der Tafel notiert, damit sie danach von den Schülerinnen ins Heft übertragen werden können.

Danach haben die Schülerinnen fünf Minuten Zeit, ihre Deutung der Wahrnehmungen, im Unterricht „*Erklärung*“ genannt, zu formulieren.

Daraufhin werden die einzelnen Deutungen im Kreis wieder der Reihen nach vorgelesen und dann in der ganzen Klasse diskutiert. Im Rahmen dieses Gesprächs zeigen sich verschiedene Vorstellungen, die am Ende der Stunde nicht zusammengefasst, sondern offen gelassen werden. Zum Beschluss der Stunde erhalten die Schülerinnen den Auftrag, mit dem

Versuchsprotokoll zu beginnen, von dem der Anfang schon an der Tafel fixiert worden ist, und dies dann zu Hause fertig zu stellen. Als weitere Hausaufgabe sollen sie den Versuch noch einmal durchführen und die so hergestellten Chromatogramme ins Heft einkleben.

Inhalt

Die Schülerinnen notieren verschiedene Wahrnehmungen und sind sich darüber einig geworden:

- Das Wasser steigt am Papierdocht nach oben und breitet sich über das gesamte Filterpapier aus.
- Der schwarze Farbpunkt verläuft und es entstehen unterschiedliche Farben.
- Das Wasser steigt nur sehr langsam am Docht nach oben.
- Der Farbfleck wird nach außen hin immer heller.
- Es entstehen die Farben blau, pink, lila, orange, gelb, braun.

Uneinig sind die Schülerinnen darüber, ob sich der *Punkt* teilt oder ob sich die *Farbe* teilt und ob sich nur sogenannte *Grundfarben* bilden oder nicht. Letztendlich wird der Begriff *Grundfarben* dann nicht an die Tafel geschrieben.

Im Gespräch über die Deutung der Wahrnehmungen werden von den Schülerinnen verschiedene Auffassungen artikuliert:

- Die schwarze Farbe besteht aus mehreren Farben, die man dann sieht.
- Man sieht sogenannte *Unterfarben*.
- Die rosa Farbe löst sich besser als die anderen Farben im Wasser und setzt sich deshalb am Rand ab.
- Durch das Wasser kann man Schwarz in seine Grundfarben zerlegen.
- Schwarz ist eine Mischfarbe, die bei Nässe wieder sichtbar wird.
- Die schwarze Farbe besteht aus verschiedenen Zwischenfarben, die man durch den Versuch erkennt.
- Wenn man die Farben zusammenschiebt wird es wieder schwarz. → daraufhin versucht ein anderer Schüler, die entstandenen Farbtöne mit dem Buntstift übereinander zu malen, um so herauszufinden, ob es tatsächlich wieder schwarz wird.
- Die Farbe ist nur obendrauf und innen drin ist nix.
- Das ist wie beim Fernseher. Und um die Farben zu erkennen werden viele kleine Farbpartikel (...) und das ist in der Farbe auch.
- Wenn man einen blauen Farbklotz hat und den durchschneidet ist es innen drin auch blau.

Die Schülerinnen

Die Schülerinnen sind den größten Teil der Zeit konzentriert beim Gespräch (zwischen den Äußerungen mit der Nummer 215C und der Nummer 432C), sie müssen teilweise sogar vom Lehrer gebremst werden, damit die Diskussion nicht hitzig wird (298C, 314C). Innerhalb dieser Phase versuchen sie oft, ihre Gedanken mit ihren eigenen Worten zu formulieren und Alltagsbezüge herzustellen (z.B. 415C).

Der Lehrer

Der Lehrer tritt in dieser Phase (ab 213C) vorwiegend als Organisator des Gespräches in Erscheinung. Obwohl er sich vorwiegend noch in der traditionellen Lehrerrolle des Aushandelnden eines Ergebnisses sieht (z.B. 301C, 316C) macht er deutlich, dass es ihm um das individuelle Verstehen geht (220C) und dass er am Aushandeln des Verstehens durch die Schüler interessiert ist (253C). In dieser Phase sind die Lehreräußerungen auch zahlenmäßig

weniger als die Schüleräußerungen, was darauf hindeutet, dass der Lehrer versucht sich im Gespräch zurück zu nehmen. Allerdings weist er auch direkt auf etwas hin, indem er es ausspricht (337C) und artikuliert dieses sogar während des Unterrichts. Auch wertet er an einer Stelle das Schülerverhalten direkt (301C, 303C), anstatt es in Beziehung zur Sache zu setzen. Der Fokus des Lehrers liegt in dieser Phase noch vorwiegend auf seinen Lehrerhandlungen, auf dem Verhalten der Schüler und auf dem Lernen der Schüler (301C, 307C) und weniger auf der Sache, so dass hier deutlich wird, dass er zwar am individuellen Verstehen der Schülerinnen interessiert ist, sich aber nur schwer in die Rolle eines Längerlernenden hineinfinden kann.

Verteilung der Einzeläußerungen, die auf einen wagenscheinschen Unterricht im oben beschriebenen Sinne hindeuten (GSE – genetisch-sokratisch-exemplarisch)

Diese Tabelle gibt an, welche Einzeläußerungen in den einzelnen Phasen im oben beschriebenen Sinne eine Zuordnung zum wagenscheinschen Unterricht zulassen. Die Aussagekraft einer solchen atomisierten Betrachtungsweise ist jedoch begrenzt, der besseren Übersicht halber wird sie dennoch hier abgedruckt:

Phase	Chromatographie 8a	
A	SK3:0	
	SB:0	
	SD:0	
	SV:	
	Summe S:5	
	LM:0	
	LF5:0	
	LV:1	
	LInit:1	
	Summe L:21	
GA	Gruppe1	Gruppe2
	SK3:0	SK3:0
	SB:0	SB:0
	SD:0	SD:2
	SV:0	SV:0
	Summe S:10	Summe S:13
B	SK3:0	
	SB:0	
	SD:3	
	SV:1	
	Summe S:17	
	LM:0	
	LF5:0	
	LV:0	
	LInit:0	
	Summe L:25	
GB	Gruppe1	Gruppe2
	SK3:0	SK3:0
	SB:0	SB:1
	SD:3	SD:4
	SV:5	SV:1
	Summe S:43	Summe S:61

Phase	Chromatographie 8a
C	SK3:8 SB:0 SD:10 SV:7 Summe S:158 LM:41 LF5:2 LV:10 LInit:0 Summe L:122

Weitere Betrachtung und Zusammenfassung

Betrachtet man die Doppelstunde insgesamt unter den Konsequenzen, die sich für die für die Evaluation des Unterrichts aus den theoretischen Überlegungen des ersten Kapitels ergeben haben, kommt man zu folgenden Ergebnissen.

Insgesamt ist das Gespräch in der Phase C inhaltlich sehr dicht am Problem, allerdings „zerfasert“ es teilweise, weil die Schülerinnen zwar oft direkt auf die vorangegangene Äußerung antworten, aber das selbständige Weiterentwickeln eines Gedankengangs nur in zwei Fällen (dem Vergleich mit der Farberzeugung beim Fernseher (415C) und dem selbständigen Versuch der Umkehrung des Problems durch das Ausprobieren mit den Buntstiften (429C-432C) festgestellt werden kann.

Daher kann der Lehrgang nur in Ansätzen als genetisch bezeichnet werden.

Das Gespräch kann als ein dichtes, problemzentriertes aber noch nicht als ein neosokratisches Gespräch bezeichnet werden. Das Initiationsphänomen ruft zwar ein Staunen hervor (112G1B), es erweckt aber nur bedingt den Wunsch nach einer forschenden Tätigkeit. Es spricht die Sinne an und ist ästhetisch ansprechend (177G2B, 179G2B). → Dicht

Insgesamt sind also Ansätze zu einem neosokratischen Gespräch vorhanden, aber noch nicht weitergeführt worden.

Das Phänomen hat das Interesse der Schülerinnen geweckt, jedoch werden von den Schülerinnen nicht direkt Fragen formuliert. → Fra

Es kann, auch wenn die Schülerinnen noch nicht damit vertraut sind, Fragen zu formulieren, durchaus als Initiationsphänomen betrachtet werden.

Es wird darauf verzichtet, eine schriftliche Arbeitsanleitung oder ein Arbeitsblatt vorzulegen, das Blatt für die Versuchsbeschreibung ist nur ein strukturiertes Notizblatt:

Name: _____		Versuchsbeschreibung		Klasse: _____	
Hypothese:					
1	2	3	4		
Wahrnehmung:					
5	6	7	8		
Erklärung:					
9	10	11	12		

Die Versuchsanleitung erfolgt pantomimisch in der Initiationsphase durch kurze Vorführung durch den Lehrer (16A). → Ex Anl

Die Ausgangsbedingungen sind offen, die Zeit zum Experimentieren ist auch durch die Wiederholungsmöglichkeit zu Hause sehr großzügig bemessen (196G2B und 438C) → Ex Bed

Die äußeren Rahmenbedingungen für einen wagenscheinischen Unterricht sind in diesem Falle also gegeben, es mangelt jedoch noch an der Umsetzung, so dass die Stunde *insgesamt als „nur in Ansätzen genetisch-sokratisch-exemplarisch“ bezeichnet werden kann.*

Es zeigt sich in der Tendenz nicht nur ein einziger Verstehensprozess der Sache, sondern in der Tendenz so viele Verstehensgeburten, wie es Schülerinnen gibt. → Verst Ind

Golddünen 8a (05/06)

Anlage der Doppelstunde

Die Sozialform wechselt zwischen Klassengespräch und Gruppenarbeit:

Phase	Sozialform
A	Klassengespräch frontal - die Schülerinnen sitzen an den Gruppentischen, blicken allerdings alle nach vorne
G1A und G2A (gleichzeitig)	Gruppenarbeit in allen vier Gruppen, von denen nur G1 und G2 videographiert werden.
B	Klassengespräch frontal - die Schülerinnen sitzen an den Gruppentischen, blicken allerdings alle zur Mitte
G1B und G2B (gleichzeitig)	Gruppenarbeit in allen vier Gruppen, von denen nur G1 und G2 videographiert werden.
C	Klassengespräch im Kreis

Bei den Versuchen und im Gespräch können sich alle Schülerinnen gegenseitig sehen. Damit ist eine organisatorische Voraussetzung für ein sokratisches Gespräch geschaffen.

Anlage des Experimentes

Das Golddünenexperiment ist, wie alle der von Wobbe de Vos' vorgestellten *Petrischalenexperimente* (Vergl.: de Vos o.J. in: Minssen (Hrsg.) o.J., S. 37-85) mit einfachsten Mitteln durchführbar. Die Besonderheiten dieses Experiments wurden bei der Darstellung des Unterrichts schon ausführlich erläutert. Es lässt durch Weglassen oder Austauschen von Stoff 3 aber auch Austauschen von Stoff 1 oder Stoff viele Variationen zu → **Ex Var**

Es ist einfach und vom Versuchsaufbau leicht durchschaubar → **Ex Ein**

Das Experiment kann als Initiationsexperiment dienen, denn es ermöglicht die Frage nach dem Verschwinden und Entstehen von Stoffen, die auf einzigartige Weise geeignet ist, sokratisch diskutiert zu werden → Urphänomen.

Das Phänomen erzeugt eindeutig eine Fragehaltung, die Fragen werden durch die Schülerinnen spontan geäußert (258G1B, 271G1B, 310G1B, 374G2B, 416G2B) → **Fra**

Durchführung

Phase A

Die ersten Phase eröffnet der Lehrer mit dem Hinweis auf ein komplett neues Thema. Er erläutert den Versuchsaufbau, die benötigten Chemikalien und gibt eine speziell auf dieses Experiment abgestimmte Sicherheitsbelehrung (5A) und teilt das für den Versuch noch benötigte Zubehör aus.

Anschließend werden von den Schülerinnen die Eigenschaften der drei Stoffe zusammengetragen und vom Lehrer an der Tafel fixiert (6A bis 46A).

Den Versuchsablauf zeichnet der Lehrer an die Tafel (46A bis 48A). Erst dann gibt er eine verbale Versuchsvorschrift (51A) → **Linit**

Nach der Vorführung fordert der Lehrer die Schülerinnen auf, ihre Hypothesen zu notieren. Dabei weist er explizit auf die Möglichkeit mehrerer Hypothesen hin und ermuntert die Schülerinnen auch, im Dialekt zu schreiben (51A). Insgesamt führt der Lehrer das Gespräch in dieser Phase eng (häufiges Auftreten von LA).

Phase G1A

Beim Formulieren der Hypothesen entwickelt sich ein Gespräch, bei dem die Schüler nicht nur inhaltlich an die vorgenannten Beiträge anknüpfen sondern auch den Gedankengang weiterführen (häufiges Auftreten von SK2 (18 mal) zwischen 66G1a und 88G1A) und sich auf eine Hypothese verständigen und diese auch zu Papier bringen (89G1A). In der kurzen verbleibenden Zeit unterhalten sie sich leise über etwas anderes (SW von 90G1A bis 92G1A).

Phase G2A

Die Schülerinnen in Gruppe 2 verwenden nur zwei kurze Zeitabschnitte darauf, die Hypothesen zu formulieren (132G2A bis 136G2A und 150G2A bis 152G2A). Den Rest der Zeit verwenden sie für ein anderes Gespräch (SW).

Phase B

Die Schülerinnen formulieren ihre Hypothesen, dann gibt der Lehrer vor Beginn des Versuchs noch einmal eine Sicherheitsbelehrung (214B, 216B, 218B). Auch in dieser Phase führt der Lehrer das Gespräch sehr eng (häufiges Auftreten von LA1, LOD). Dies hat zwei Gründe, zum einen sind einige Schülerinnen abgelenkt (211B), zum anderen legt der Lehrer großen Wert darauf, dass alle Schülerinnen den Versuch ordnungsgemäß und sicher durchführen können (LA1, 218B).

Phase G1B

In dieser Phase diskutieren die Schülerinnen, während der Versuch durchgeführt wird, weiter, was passieren könnte (228G1B bis 243G1B). Nachdem alle Stoffe in der Petrischale sind und zunächst nichts Beobachtbares geschieht, sprechen sie über etwas anderes (SW - 245G1B bis 251G1B). Sobald sich die *Golddüne* zeigt, werden die Schüler jedoch sofort wieder durch den Versuch in seinen Bann gezogen (253G1B, 254G1B). Sie bemühen sich, die richtigen, eigenen Worte für die Beschreibung zu finden und das Phänomen zu deuten (255G1B bis 259G1B und im weiteren Verlauf besonders 271G1B).

Jetzt suchen sie die Autorität des Lehrers, um für sich den Sachverhalt zu klären (SA - 299G1Bff.) wobei der Lehrer jedoch zum abwägen veranlasst (LM3 312G1B und 318G1B).

Die Schüler schreiben ihre Wahrnehmungen auf und wenden sich danach wieder anderen Themen zu (237G1Bff.).

Phase G2B

Auch in Gruppe 2 diskutieren die Schülerinnen, während der Versuch durchgeführt wird, weiter, was passieren könnte (357G2B bis 390G2B). Das Erscheinen der *Golddüne* spricht sie ästhetisch sehr an, einige sehr positiv (399G2B, 403G2B), andere eher negativ (398G2B). Während sie ihre Wahrnehmungen notieren, sind sie sehr schnell mit anderen Gesprächsthemen beschäftigt (418G2B bis 440 G2B), konzentrieren sich jedoch dann wieder auf den Versuch (445G2B bis 459G2B).

Phase C

Zeitlicher Ablauf dieser Phase

Zunächst werden die Wahrnehmungen der Schülerinnen in der Runde zusammengetragen. Dabei versuchen die Schülerinnen sehr oft, ihre Eindrücke mit eigenen Worten zu beschreiben (SD – 477C bis 487C und 508C).

Beinahe nahtlos geht diese Phase über in die Diskussion über die Deutung der Wahrnehmung (Erklärung). Der Lehrer greift die Frage nach der Herkunft des Gelben auf (556C) und nutzt diese, die Deutungen der Schülerinnen zu bündeln. Diese formulieren sie zunächst schriftlich (559C).

In der folgenden Diskussion bilden sich verschiedene Diskussionsstränge heraus, die Schülerinnen entwickeln vorgenannte Auffassungen weiter (gehäuftes Auftreten von SK2 und SK3 von 561C bis 613C) und schließen Variationsexperimente an (783C und 811C). Währenddessen und zum Schluss notieren sie ihre Auffassungen auf dem Arbeitsblatt.

Um den Gesprächsverlauf mit den einzelnen Diskussionssträngen und den inhaltlichen Ballungen und Verdichtungen auch optisch zur Geltung zu bringen, ist, wie in Folge für alle Klassengesprächsphasen, in denen es um die Deutung der Wahrnehmungen geht, ein **Phasendiagramm** angefertigt worden, das die einzelnen Gesprächsbeiträge inhaltlich zuordnet.

Die Stellen, an denen das Gespräch inhaltlich dicht wird, werden im Anschluss in der weiteren Betrachtung, also **nicht im Phasendiagramm** mit → **Dicht** bezeichnet

Es wird jedoch aus Übersichtsgründen nur das erste Phasendiagramm (also das für diese Stunde) hier im Text abgedruckt, alle anderen Phasendiagramme für die folgenden Unterrichtsstunden sind im Anhang aufgeführt.

Erläuterung zum Phasendiagramm:

Alle Textbeiträge stehen in Grundschrift, alle Handlungen sind **kursiv** hervorgehoben. Die Textbeiträge/Handlungen sind fortlaufend nummeriert. Zusätzlich tragen die Beiträge aus den Unterrichtsphasen in der ganzen Klasse (Frontalunterricht, Kreisgespräch,...) einen Buchstaben (A, B, C...) je nach Phase. Das gilt auch für die Phasen, in denen die ganze Klasse beteiligt ist, die Schülerinnen aber trotzdem an Gruppentischen sitzen (z.B. Klassengespräch). Die Unterrichtsphasen der ganzen Klasse werden gleichzeitig mit beiden Kameras, Kamera 1 und Kamera 2, aufgenommen.

Die Abkürzung (...) bedeutet: (*Text unverständlich*). Bei den Probeaufnahmen zum Thema Chromatographie standen zudem während der Gruppenarbeitsphasen (G1A, G2A, G1B und G2B) die Mikrophone so weit vom Tisch entfernt, dass der Text teilweise auch deswegen schlecht zu verstehen ist.

Die für den Fortgang des Gesprächs nicht relevanten Beiträge sind ausgelassen, die Nummerierung und die Person dieser Beiträge ist aus Übersichtsgründen **grau** abgedruckt

Phasendiagramm: Phase C

Alle Schülerinnen sitzen im Kreis.

Nr.	Person	Text	Gelb entsteht erst durch die Reaktion der 3 Stoffe.	Die Farben müssen ja nicht schon vorhanden sein!	Aus 1 und 2 entsteht die gelbe Farbe auch ohne Stoff3.	Die Farbe besteht aus zwei „Teilen“ und Stoff 3 bindet diese zwei Teile. Dadurch wird der Stoff gelb.	In 1 und 2 sind die jeweiligen Farben (gelb) schon enthalten. Stoff 3 fördert sie nur.	Im Inneren des Stoffs ist die Farbe gelb, aber mit bloßem Auge kann man sie nicht sehen.	Ich denke dass sich die Moleküle vom Gelben in den Stoffen finden	Jeder Stoff hat 1 Molekül
527	C	Clemens	Ich wollte mal fragen: geht das eigentlich nur in Stoff drei oder geht das auch in anderen Flüssigkeiten, dass sich Stoff eins und zwei auflösen und so?			X	X			
528	C	Lehrer								
529	C	Jannik								

Nr.	Person	Text	Gelb entsteht erst durch die Reaktion der 3 Stoffe.	Die Farben müssen ja nicht schon vorhanden sein!	Aus 1 und 2 entsteht die gelbe Farbe auch ohne Stoff 3.	Die Farbe besteht aus zwei „Teilen“ und Stoff 3 bindet diese zwei Teile. Dadurch wird der Stoff gelb.	In 1 und 2 sind die jeweiligen Farben (gelb) schon enthalten. Stoff 3 fördert sie nur.	Im Inneren des Stoffs ist die Farbe gelb, aber mit bloßem Auge kann man sie nicht sehen.	Ich denke dass sich die Moleküle vom Gelben in den Stoffen finden	Jeder Stoff hat 1 Molekül
530	C	Lehrer								
531	C	Eduard								
532	C	Lehrer	(schaut zu Eduard) Ähm! (wendet sich wieder Clemens zu). Eins und zwei einfach mischen - meinst du das?		X					
533	C	Clemens	Nein, ob es jetzt... in Stoff drei... oder ob es auch in Wasser geht oder irgendwie... dass sich die beiden... auflösen. Dass Stoff drei was Besonderes ist irgendwie.			X	X			
534	C	Franka								
535	C	Lehrer								
536	C	Michelle								
537	C	Franka								
538	C	Eduard								
539	C	Lehrer								
540	C	Franka								
541	C	Philipp								
542	C	Lehrer								
543	C	Peter Buck								
544	C	Lehrer								
545	C	Peter Buck								
546	C	Eduard								
547	C	Jannik								
548	C	Peter Buck								
549	C	Franka								
550	C	Peter Buck								
551	C	Franka	Ich denk... ich denk... der Stoff drei... dass sie da ... die täten sich doch weil normalerweise, wenn man Pulver in was Flüssiges reingibt löst sich's auf und... und verteilt sich halt. Und ich denke, dass es genauso da war.		X					
552	C	Peter Buck	Es ist spannend, dass sie..... sie sagt: Stoff drei hat eine bestimmte Rolle.		x					
553	C	Lehrer								
554	C	Clemens	Ja, ich denk, die Stoffe eins und zwei haben sich da ... da drin aufgelöst und ich denke, dass Stoff drei die dann.. äh.. da die zwei... eins und zwei.... die zwei Stoffe halt, die in Stoff drei sind, ...dass Stoff drei so ne Art.... die halt befördert - die Mitte.				x			

Nr.		Person	Text	Gelb entsteht erst durch die Reaktion der 3 Stoffe.	Die Farben müssen ja nicht schon vorhanden sein!	Aus 1 und 2 entsteht die gelbe Farbe auch ohne Stoff 3.	Die Farbe besteht aus zwei „Teilen“ und Stoff 3 bindet diese zwei Teile. Dadurch wird der Stoff gelb.	In 1 und 2 sind die jeweiligen Farben (gelb) schon enthalten. Stoff 3 fördert sie nur.	Im Inneren des Stoffs ist die Farbe gelb, aber mit bloßem Auge kann man sie nicht sehen.	Ich denke dass sich die Moleküle vom Gelben in den Stoffen finden	Jeder Stoff hat 1 Molekül
555	C	Steven	Vielleicht haben sich der Stoff eins und zwei mit Stoff drei halt vermischt und der hat die halt transportiert - einfach mal... was weiß ich... Salz in Wasser auflöst vermischt sich das ja auch und geht dann ins komplette Wasser über. Und das ist da wahrscheinlich auch passiert... und haben sich die zwei Stoffe dann halt in der Mitte getroffen. Und dadurch ist die Farbe entstanden.	x							
556	C	Lehrer									
557	C	Alexander	Das ist eine Reaktion auf die zwei Stoffe... (<i>Text unverständlich</i>)		x						
558	C	Lehrer	Das wäre jetzt was für Feld Nummer neun. Wo kommt die gelbe Farbe her, was denkt ihr? - Erst schreiben, dann können wir darüber reden.								
559	C	Schülerinnen									
560	C	Lehrer									
561	C	Marco	Ähm... die gelbe Farbe entsteht aus den Stoffen... wenn Stoff eins sich mit zwei mischt, wird die chemische Reaktion in Stoff drei erkennbar.			X					
562	C	Christian	Stoff eins und zwei lösen sich komplett auf und treffen sich. Dadurch gibt es eine Reaktion und... in der die gelbe Farbe entsteht.			X					
563	C	Pascal K.	Hab dasselbe. Das hab ich fast genauso.			X					
564	C	Steven	Also ich denke, dass beide, also Stoff eins und zwei irgendeinen chemischen Bestandteil haben und wenn die zusammentreffen... also die zwei Bestandteile... entsteht dann vielleicht die gelbe Farbe.					X	X	X	
565	C	Andreas									
566	C	Jannik									
567	C	Saskia H.									
568	C	Janina									
569	C	Fabienne	Der Stoff eins und zwei verändern sich. Erst müssen alle zusammen... gemeinsam sein.	X							
570	C	Michelle									
571	C	Julia									
572	C	Saskia H.									

Nr.		Person	Text	Gelb entsteht erst durch die Reaktion der 3 Stoffe.	Die Farben müssen ja nicht schon vorhanden sein!	Aus 1 und 2 entsteht die gelbe Farbe auch ohne Stoff 3.	Die Farbe besteht aus zwei „Teilen“ und Stoff 3 bindet diese zwei Teile. Dadurch wird der Stoff gelb.	In 1 und 2 sind die jeweiligen Farben (gelb) schon enthalten. Stoff 3 fördert sie nur.	Im Inneren des Stoffs ist die Farbe gelb, aber mit bloßem Auge kann man sie nicht sehen.	Ich denke dass sich die Moleküle vom Gelben in den Stoffen finden	Jeder Stoff hat 1 Molekül
573	C	Pascal H.	Ich habe halt auch geschrieben, dass die miteinander reagieren.	X							
574	C	Eduard	Vielleicht war es das irgendwie ... wir reden jetzt alle noch von Stoff eins und zwei...ähm... der Herr Schönbeck hat uns ja nicht das andere da ... also das durchsichtige Zeug gegeben, dass auch giftig ist...ähm... wenn man nur eins und zwei bräuchte für das Zeug zu erstellen.			X					
575	C	Steven	Ergänz es mit: verbinden sich, dann stimmt es...			X					
576	C	Eduard	Wir haben ja das komische Zeug rein gemacht, und dann das zweite Zeug. Dann hätten wir können genauso Wasser nehmen, oder?			X					
577	C	Franka	Ha ja, es könnte aber der Stoff vielleicht die anderen da besser leiten.			X					
578	C	Eduard	Ha ja, das sagen alle: nur eins und zwei. Und drei da gar nicht rein bringen.			X					
579	C	Steven	Ha ja, aber es könnte sein, dass Stoff eins, zwei und drei irgend einen Bestandteil haben, der...					X			
580	C	Lehrer									
581	C	Steven	Also wenn alle drei Stoffe... dass die Bestandteile zusammentreffen, gibt's die gelbe Farbe.	X						X	
582	C	Janina									
583	C	Steven									
584	C	Peter Buck	Lass mich das mal kurz: ich habe eine Frage an dich. Die du hast. Letztes Mal habt ihr gesagt, eine neue Farbe kommt zustande, wenn man zwei Farben mischt.								
585	C	Janina									
586	C	Peter Buck	Ja? Aber hier ist das Gold doch nicht da. Wie kommt die gelbe Farbe zustande? Hast du eine Erklärung?								
587	C	Jannik	Ja,...äh... vielleicht haben die Stoffe innen so eine Art ... irgendwelche so Farbmoleküle oder so, wo man nicht sieht... und wenn die aufeinander treffen, ei...sieht man die halt....							X	
588	C	Eduard									

Nr.		Person	Text	Gelb entsteht erst durch die Reaktion der 3 Stoffe.	Die Farben müssen ja nicht schon vorhanden sein!	Aus 1 und 2 entsteht die gelbe Farbe auch ohne Stoff 3.	Die Farbe besteht aus zwei „Teilen“ und Stoff 3 bindet diese zwei Teile. Dadurch wird der Stoff gelb.	In 1 und 2 sind die jeweiligen Farben (gelb) schon enthalten. Stoff 3 fördert sie nur.	Im Inneren des Stoffs ist die Farbe gelb, aber mit bloßem Auge kann man sie nicht sehen.	Ich denke dass sich die Moleküle vom Gelben in den Stoffen finden	Jeder Stoff hat 1 Molekül!
589	C	Jannik	Ei, könnte doch sein. Vielleicht haben die alle drei Farbmoleküle, wo sich mit dem flüssigen Krams da vermischen. Und es dann halt gelb wird.	X						X	
590	C	Lehrer	Ja, wenn die Farbmoleküle haben: warum haben wir ich dann vorher nicht gesehen?						X		
591	C	Jannik									
592	C	Lehrer	Wenn die doch farbig sind?						X		
593	C	Franka	Weil sie in dem Pulver sind vielleicht....		X						
594	C	Steven	Innen, ja genau wie so...								
595	C	Eduard									
596	C	Jannik									
597	C	Franka									
598	C	Eduard									
599	C	Franka									
600	C	Eduard									
601	C	Janina	Vielleicht ist da so kleines, so ganz kleines Farbstückelchen drin und umrum ist aber noch ganz viel weiß, das sieht man gar nicht mehr, das ist so klein, das sieht man gar nicht.						X	X	
602	C	Franka									
603	C	Janina									
604	C	Eduard	Sagt mal, das ist genauso wie mit dem Ei. Wenn man es kocht und dann auspackt, hat man doch...						X		
605	C	Janina	Ja, stimmt. Bei einem Ei sieht man das gelbe innendrin auch nicht. Er hat recht.						X		
606	C	Lehrer	Ja, er hat es drangespritzt oder was?								
607	C	Marco	Es ist innen drin.						X		
608	C	Eduard	Am Ei ist ja außenrum, wenn man es kocht, auch weiß.						X		
609	C	Janina	Und innen ist es gelb und keiner sieht es, ja genau.						X		
610	C	Pascal H.									
611	C	Janina									
612	C	Steven	Vielleicht ist es wie mit dem Licht. Licht ist ja auch eigentlich weiß, aber es sind ja alle Farben drin gebündelt und so ist es vielleicht mit den Stoffen auch. Und erst wenn alle drei Stoffe zusammen sind wird quasi die Farbe freigesetzt oder tritt halt die Farbe hervor.							X	
613	C	Franka									
614	C	Jannik und Saskia H.									
615	C	Peter Buck									

Nr.	Person	Text	Gelb entsteht erst durch die Reaktion der 3 Stoffe.	Die Farben müssen ja nicht schon vorhanden sein!	Aus 1 und 2 entsteht die gelbe Farbe auch ohne Stoff 3.	Die Farbe besteht aus zwei „Teilen“ und Stoff 3 bindet diese zwei Teile. Dadurch wird der Stoff gelb.	In 1 und 2 sind die jeweiligen Farben (gelb) schon enthalten. Stoff 3 fördert sie nur.	Im Inneren des Stoffs ist die Farbe gelb, aber mit bloßem Auge kann man sie nicht sehen.	Ich denke dass sich die Moleküle vom Gelben in den Stoffen finden	Jeder Stoff hat 1 Molekül
616	C	Franka								
617	C	Lehrer								
618	C	Peter Buck								
619	C	Jannik								
620	C	Peter Buck								
621	C	Jannik								
622	C	Philipp								
623	C	Peter Buck								
624	C	Steven								
625	C	Lehrer								
626	C	Eduard								
627	C	Lehrer								
628	C	Steven	Vielleicht wenn wir jetzt irgend ein...was weiß ich ...Elektronenmikroskop nehmen und tun die drei Stoffe unter das Mikroskop legen, ob sie vielleicht irgendwo innen gelb sind. Oder sie sagen es uns einfach.					X	X	
629	C	Eduard								
630	C	Peter Buck								
631	C	Franka								
632	C	Peter Buck								
633	C	Franka								
634	C	Peter Buck								
635	C	Pascal K.								
636	C	Steven								
637	C	Jannik								
638	C	Peter Buck								
639	C	Steven								
640	C	Lehrer	Aber da ist vorhin...äh, ich weiß nicht, ob das der Philipp war,... aber irgendwo aus der Ecke hat irgendeiner gesagt: wie ist das denn eigentlich.. geht das auch jetzt ohne diesen flüssigen Stoff?		X					
641	C	Lehrer	Sollen wir das probieren?		X					
642	C	Viele Schülerinnen	Ja.							
643	C	Peter Buck	Aber schnell noch die Frage: ich weiß es wirklich nicht. Also Schwefel ist halt gelb.							
644	C	Franka	Ja und Schwefel: besteht er aus mehreren Stoffen oder ist er einfach nur ein einziger Stoff?							
645	C	Peter Buck	Was meinst du mit mehreren Stoffen?							
646	C	Franka	Ei, zum Beispiel wie das da: das gelbe ist jetzt durch die drei Stoffe entstanden.	X						
647	C	Peter Buck	Ja in dem Sinn.... ist Schwefel nur aus Schwefel.							
648	C	Franka	Ja.							

Nr.	Person	Text	Gelb entsteht erst durch die Reaktion der 3 Stoffe.	Die Farben müssen ja nicht schon vorhanden sein!	Aus 1 und 2 entsteht die gelbe Farbe auch ohne Stoff 3.	Die Farbe besteht aus zwei „Teilen“ und Stoff 3 bindet diese zwei Teile. Dadurch wird der Stoff gelb.	In 1 und 2 sind die jeweiligen Farben (gelb) schon enthalten. Stoff 3 fördert sie nur.	Im Inneren des Stoffs ist die Farbe gelb, aber mit bloßem Auge kann man sie nicht sehen.	Ich denke dass sich die Moleküle vom Gelben in den Stoffen finden	Jeder Stoff hat 1 Molekül
649	C	Daniel	Aber vielleicht spielt ja eigentlich Stoff drei da gar keine Rolle. Wenn wir's vielleicht mal versuchen - könnte ja sein.							
650	C	Lehrer								
651	C	Peter Buck	Da sind doch... da ist noch ein anderer Vorschlag gewesen. Vorhin hat jemand gesagt, ich weiß nicht mehr wer, aber einer hat gesagt: innen drin ist es gelb....					X		
652	C	Franka	Ach nee... das war... Steven.					X		
653	C	Peter Buck	(zu Eduard) Und.... hast du das nicht gesagt?					X		
654	C	Janina	Das waren ich und der Eddy, der Eddy hat das mit dem Ei gesagt und der Steven.					X		
655	C	Peter Buck	Das könnten wir erst noch probieren - wenn wir's zerreiben: können wir ausprobieren - erst bei dem einen, dann bei dem anderen.					X		
656	C	Eduard	Genau.					X		
657	C	Lehrer								
658	C	Peter Buck								
659	C	Lehrer								
660	C	Steven und Peter Buck								
661	C	Peter Buck								
662	C	Lehrer	Ja, ... das wäre vielleicht eine Sache, die wir ... äh..unter Nummer zehn kurz hin schreiben könnten. Die Behauptungen, die wir jetzt gesagt hatten, ob das jetzt ist wie ein Ei, oder ob es innen drin gelb ist, oder so: Nummer zehn kommt jetzt. Bei Nummer neun hatte ich gefragt: wo kommt die gelbe Farbe her?. Und wenn man da keine Idee hat, macht man da einfach einen Strich hin.							
663	C	Steven								
664	C	Lehrer								
665	C	Schülerinnen								
666	C	Peter Buck								
667	C	Steven								
668	C	Peter Buck								
669	C	Lehrer								
670	C	Peter Buck								
671	C	Lehrer								
672	C	Peter Buck								

Nr.	Person	Text	Gelb entsteht erst durch die Reaktion der 3 Stoffe.	Die Farben müssen ja nicht schon vorhanden sein!	Aus 1 und 2 entsteht die gelbe Farbe auch ohne Stoff 3.	Die Farbe besteht aus zwei „Teilen“ und Stoff 3 bindet diese zwei Teile. Dadurch wird der Stoff gelb.	In 1 und 2 sind die jeweiligen Farben (gelb) schon enthalten. Stoff 3 fördert sie nur.	Im Inneren des Stoffs ist die Farbe gelb, aber mit bloßem Auge kann man sie nicht sehen.	Ich denke dass sich die Moleküle vom Gelben in den Stoffen finden	Jeder Stoff hat 1 Molekül
673	C	Lehrer	Das war erst die Überlegung: was ist das jetzt los? Ist es innen drin gelb oder ist es innen drin nicht gelb und nur gelb wenn irgendwelche Stoffe aufeinander kommen. Das ist die Überlegung. Und beim Reiben - kommt jetzt gleich. Vielleicht müssen wir alle mal die Reibe nehmen.							
674	C	Schülerinnen								
675	C	Lehrer								
676	C	Eduard								
677	C	Lehrer								
678	C	Eduard	Also, ich denke, dass es ohne die Flüssigkeit nicht gelb wird, also ich denke nicht, dass die Dinger innendrin gelb sind.	x						
679	C	Lehrer	Auf deutsch: man braucht unbedingt alle drei Stoffe..							
680	C	Eduard	Ja.	X						
681	C	Lehrer	... um die gelbe Farbe zu kriegen.							
682	C	Eduard	Ja.							
683	C	(Nicht ersichtlich)	Ich habe umgekehrt geschrieben, dass man nicht alle drei braucht, nur eins und zwei mit normalem Wasser dann auch.	X						
684	C	Janina								
685	C	Eduard								
686	C	Lehrer								
687	C	Janina	Vielleicht löst die Flüssigkeit auch das Drumherum auf.				X	X	X	
688	C	Steven	Das Drumherum?							
689	C	Eduard	Ja genau! Weil, die Flüssigkeit ist ja ... ist ja giftig. Und vielleicht ist sie ja auch ätzend. Und dann ätzt das das außenrum weg. Und das gelbe, das innere ist dann so fest, dass es dann halt nur kaputtgeht und nicht zerätzt wird.				X	X	X	
690	C	Lehrer	Mhm.							
691	C	Julian	Das habe ich schon bei Hypothese geschrieben: Stoff eins und zwei werden von Stoff drei aufgelöst.				X	X		
692	C	Franka								
693	C	Lehrer								
694	C	Eduard und einige andere								
695	C	Lehrer								

Nr.		Person	Text	Gelb entsteht erst durch die Reaktion der 3 Stoffe.	Die Farben müssen ja nicht schon vorhanden sein!	Aus 1 und 2 entsteht die gelbe Farbe auch ohne Stoff 3.	Die Farbe besteht aus zwei „Teilen“ und Stoff 3 bindet diese zwei Teile. Dadurch wird der Stoff gelb.	In 1 und 2 sind die jeweiligen Farben (gelb) schon enthalten. Stoff 3 fördert sie nur.	Im Inneren des Stoffs ist die Farbe gelb, aber mit bloßem Auge kann man sie nicht sehen.	Ich denke dass sich die Moleküle vom Gelben in den Stoffen finden	Jeder Stoff hat 1 Molekül
696	C	Peter Buck	Aber wenn ihr das jetzt so sagt: es löst auf: wo ist denn das Gelbe entstanden? Doch nicht dort, wo ihr es reingetan habt.					X			
697	C	Eduard	Nö.					X			
698	C	Janina	Es ist weiter geschwommen. So bis zur Mitte und hat dann die Farbe angenommen.					X			
699	C	Peter Buck	Und warum ... warum ist es dann außen nicht auch noch gelb?					X			
700	C	Eduard	Weil ist dann... nur durch die Mischung von den beiden Stoffen dann... zu sehen ist.				X				
701	C	Janina	(unverständlich) und dann ist's gelb.								
702	C	Eduard	Ja genau. Also das ist ein so schwaches Gelb, das nimmt das Auge gar nicht wahr. Und dann ... ähm ... erst, wenn die beiden sich treffen, wird es so stark, dass man es sehen kann.				X				
703	C	Peter Buck	Dass man es sehen kann.				X				
704	C	Steven	Dann müsste es aber in der Mitte von dem Streifen gelber sein als am Ende.				X				
705	C	Eduard	War es doch auch.				X				
706	C	Franka	Ist es doch immer noch: guck mal!				X				
707	C	Janina	Fabienne hat auch geschrieben: Starkes und schwaches Gelb.				X				
708	C	Steven									
709	C	Franka	Nein, das ist wie bei dem da, wo so ein ganz großer.... da in der Mitte ist... dass es da am meisten....				X				
710	C	Steven	Nein, ich meine nicht wenn man es verrührt, sondern wenn der Strich so war, im Prinzip ist es so, dass es in der Mitte gelber ist, aber da hatte sich es ja schon vermischt.				X				

Nr.	Person	Text	Gelb entsteht erst durch die Reaktion der 3 Stoffe.	Die Farben müssen ja nicht schon vorhanden sein!	Aus 1 und 2 entsteht die gelbe Farbe auch ohne Stoff 3.	Die Farbe besteht aus zwei „Teilen“ und Stoff 3 bindet diese zwei Teile. Dadurch wird der Stoff gelb.	In 1 und 2 sind die jeweiligen Farben (gelb) schon enthalten. Stoff 3 fördert sie nur.	Im Inneren des Stoffs ist die Farbe gelb, aber mit bloßem Auge kann man sie nicht sehen.	Ich denke dass sich die Moleküle vom Gelben in den Stoffen finden	Jeder Stoff hat 1 Molekül
711	C	Franka	Ja, ich denke einfach, dass das in der Mitte, guck mal, wie das, als wir das mit den Farben gemacht haben, war es in der Mitte ganz arg, weil da halt die meiste Farbe war. Und das hat sich dann immer weiter verläst und ist heller geworden. Ich denke, dass es sich da langsam auch verläst und auch heller wird. Das sieht jetzt nur noch aus wie so ein Leben, so ein Hauch.			X				
712	C	Peter Buck								
713	C	Christian	Das löst sich halt auf. Und da wo sie sich treffen, entsteht dieser Streifen.	X						
714	C	Peter Buck	Und das Gelb?	X						
715	C	Christian	Die beiden reagieren halt miteinander - und dann wird's gelb.	X						
716	C	Peter Buck	Das Gelb ist also neu, sagst du?	X						
717	C	Christian	Ja.	X						
718	C	Peter Buck	Bei ihnen war das Gelb schon da und wird nur stärker, ja?				X			
719	C	Franka	Also, ich wollte sagen, halt, wenn man jetzt Farben mischt, wenn man...was weiß ich... dem grün... wenn man blau und gelb mischt, entsteht grün. Und ich glaube einfach, dass das mit diesen Stoffen halt, dass, wenn die Stoffe aufeinander treffen, dass das halt dann entsteht, dass die Farbe dann entsteht.			X				
720	C	Peter Buck	Also dass das sozusagen Vorfahren sind von gelb.			X				
721	C	Franka	Weil ich denke auch, das ist eine besondere Farbe, die glitzert. Die sieht nicht aus wie normale Farbe.... ich denk einfach das entsteht... das entsteht.... durch die zwei anderen Stoffe.			X				

Nr.	Person	Text	Gelb entsteht erst durch die Reaktion der 3 Stoffe.	Die Farben müssen ja nicht schon vorhanden sein!	Aus 1 und 2 entsteht die gelbe Farbe auch ohne Stoff 3.	Die Farbe besteht aus zwei „Teilen“ und Stoff 3 bindet diese zwei Teile. Dadurch wird der Stoff gelb.	In 1 und 2 sind die jeweiligen Farben (gelb) schon enthalten. Stoff 3 fördert sie nur.	Im Inneren des Stoffs ist die Farbe gelb, aber mit bloßem Auge kann man sie nicht sehen.	Ich denke dass sich die Moleküle vom Gelben in den Stoffen finden	Jeder Stoff hat 1 Molekül
722	C	Peter Buck	Darf ich nochmal wiederholen weil das ist,... das ist eine tolle Idee: überlegt mal: in A ist ein Vorfahre von gelb.... oder in eins ist eine Vorfahre von gelb und in zwei ist eine Vorfahre von gelb. Und die kommen zusammen und dann entsteht das gelb, sagst du, ja? Und du, dass du auch eine Idee?			X				
723	C	Clemens	Ja,...äh.. wie der Christian vorhin gesagt hat, ich glaube auch irgendwie nicht so, dass in denen Stoffen da das Gelb ist, sondern dass eher, wenn die aufeinander treffen, dass das halt eine Reaktion von den zwei Stoffen, die so aufeinander reagieren.			X				
724	C	Steven	Das ist ja aber auch....			X				
725	C	Peter Buck	Dann ist das gelb neu? Oder gab es das gelb vorher schon?			X				
726	C	Clemens	Ja, neu.			X				
727	C	Peter Buck	Denn sie hat ja eine Erklärung: das gelb gab es ja irgendwie schon, nur war es noch nicht richtig gelb. Und bei euch - bei dir auch - ähnlich?			X				
728	C	Janina								
729	C	Lehrer								
730	C	Eduard								
731	C	Lehrer								
732	C	Eduard	Ja, äh es ist ja vielleicht so zu vergleichen, weil: wenn man einen gelben Holzstift nimmt und malt auf ein weißes Blatt Papier, und dann nimmt man einen anderen gelben Holzstift und malt darüber, dann wird ja die Farbe intensiver. Weil sie dann verstärkt wird durch die andere gelb. Vielleicht ist es da ja genauso.				X			
733	C	Peter Buck	Ja. Ich verstehe schon. Es gibt also zwei... zwei... zwei unterschiedliche Vermutungen: es gibt Vorstufen von dem gelb und andere sagen, es entsteht ganz neu.							

Nr.	Person	Text	Gelb entsteht erst durch die Reaktion der 3 Stoffe.	Die Farben müssen ja nicht schon vorhanden sein!	Aus 1 und 2 entsteht die gelbe Farbe auch ohne Stoff 3.	Die Farbe besteht aus zwei „Teilen“ und Stoff 3 bindet diese zwei Teile. Dadurch wird der Stoff gelb.	In 1 und 2 sind die jeweiligen Farben (gelb) schon enthalten. Stoff 3 fördert sie nur.	Im Inneren des Stoffs ist die Farbe gelb, aber mit bloßem Auge kann man sie nicht sehen.	Ich denke dass sich die Moleküle vom Gelben in den Stoffen finden	Jeder Stoff hat 1 Molekül
734	C	Janina	Ich glaube aber irgendwie nicht, das es also richtig weiß ist und gar keine Farbe drin ist. Erst wenn beides aufeinander trifft, dass dann auf einmal eine Farbe kommt. Weil wenn man weiß malt und weiß drüber, dann wird es nicht bunt.			X				
735	C	Peter Buck	Ja.			X				
736	C	Janina	Weil irgendwie diese Farbe ist schön weiß....			X				
737	C	Peter Buck	Also, du meinst, es ist vernünftiger zu sagen, es entsteht wirklich neu, so verstehe ich dich.			X				
738	C	Janina	Ja.			X				
739	C	Steven	Ja, aber ich verstehe nicht: aus nichts und nichts kann ja nicht irgendwas werden. Also es kann ja nicht aus dem Nichts ein gelber Farbstoff entstehen. Also das....				X			
740	C	Peter Buck	Das ist jetzt was für dich. (<i>schauf Clemens an</i>). Stimmt es oder stimmt es nicht?				X			
741	C	Lehrer	Hab ich dich jetzt richtig verstanden, dass du sagst das Gelb muss vorher irgendwo....				X			
742	C	Steven	Irgendwo müssen mindestens Teile vom Gelb versteckt sein, weil ich.... ich kann mir nicht vorstellen, dass aus zwei Flüssigkeiten die.... oder Stoffen, die einfach nur weiß sind irgendwas Gelbes entstehen kann.				X			
743	C	Peter Buck								
744	C	Franka	Nee... so halt... würd ich's jetzt halt nicht sagen. Es muss nicht unbedingt die Farbe schon da sein. Es könnte auch.... wenn wir nicht wissen, was das für Stoffe sind und wie die aufeinander reagieren und ich denke, das kann auch wirklich die Stoffe gar nicht gegeben haben und dass es einfach.... durch das, dass die aufeinander treffen, dass das dann entsteht. Das ist aber komisch.	X						
745	C	Lehrer								

Nr.	Person	Text	Gelb entsteht erst durch die Reaktion der 3 Stoffe.	Die Farben müssen ja nicht schon vorhanden sein!	Aus 1 und 2 entsteht die gelbe Farbe auch ohne Stoff 3.	Die Farbe besteht aus zwei „Teilen“ und Stoff 3 bindet diese zwei Teile. Dadurch wird der Stoff gelb.	In 1 und 2 sind die jeweiligen Farben (gelb) schon enthalten. Stoff 3 fördert sie nur.	Im Inneren des Stoffs ist die Farbe gelb, aber mit bloßem Auge kann man sie nicht sehen.	Ich denke dass sich die Moleküle vom Gelben in den Stoffen finden	Jeder Stoff hat 1 Molekül
746	C	Pascal K.	Das kann nicht sein, dass... Steven, Entschuldigung wenn ich dich jetzt unterbreche... in einem von den beiden Stoffen muss gelb sein. Weil gelb, weil Farbe kann nicht einfach so entstehen.				X			
747	C	Lehrer								
748	C	Eduard	Vielleicht ist es ja so, dass Stoff eins... hat zum Beispiel... sagen wir mal: gelb besteht aus drei Molekülen. Stoff eins hat ein Molekül, das für Gelb nötig ist. Stoff zwei hat eins und Stoff drei hat das letzte was da dazugehört. Und vielleicht kommt dann dadurch, in dem die sich treffen, bindet die Flüssigkeit das Zeug und dann wird es Gelb.	X					X	
749	C	Peter Buck								
750	C	Franka								
751	C	Peter Buck								
752	C	Franka	Ich... ich... ich bin mir nicht sicher, es kann genauso sein, dass die einfach so entstehen.... es kann genauso sein, dass irgendwo die gelbe Farbe schon drinnen ist und es kann....							
753	C	Pascal K.	Wenn das jetzt.... wenn nur in einem Stoff die gelbe Farbe ist und im anderen nicht, hätte sich die gelbe Farbe ja schon beim Reintun vom ersten Stoff gleich... wäre die gleich zur Erscheinung gekommen.	X						
754	C	Franka	Ja, aber vielleicht kommt die bloß nicht weil.... wir haben ja die Stoffe aneinander getan... und dann hat ja eigentlich die... die aneinander gekrisselt...da wo sie aufeinander getroffen sind, hat sich ja die gelbe Linie gebildet. Und die bildet sich bloß durch das Aufeinandertreffen von den drei Stoffen.	X						
755	C	Lehrer								
756	C	Steven								
757	C	Lehrer								

Nr.		Person	Text	Gelb entsteht erst durch die Reaktion der 3 Stoffe.	Die Farben müssen ja nicht schon vorhanden sein!	Aus 1 und 2 entsteht die gelbe Farbe auch ohne Stoff 3.	Die Farbe besteht aus zwei „Teilen“ und Stoff 3 bindet diese zwei Teile. Dadurch wird der Stoff gelb.	In 1 und 2 sind die jeweiligen Farben (gelb) schon enthalten. Stoff 3 fördert sie nur.	Im Inneren des Stoffs ist die Farbe gelb, aber mit bloßem Auge kann man sie nicht sehen.	Ich denke dass sich die Moleküle vom Gelben in den Stoffen finden	Jeder Stoff hat 1 Molekül
758	C	Jannik	Pascal, du hast gesagt, man müsste die Farbe gleich sehen, wenn man es reinmacht. Vielleicht dauert es einfach eine Zeit, bis es sich von dem weißen Zeug, von dem es ummantelt ist, bis das sich aufgelöst hat.					X			
759	C	Pascal K.	Ja, es war ja bloß eine Vermutung.					X			
760	C	Jannik	Ja, es ist aber so.					X			
761	C	Steven	Also ich hätte jetzt dem Eddy zugestimmt, aber ich hätte gesagt, dass es, ich sage jetzt mal aus zwei besteht, und Stoff eins hat ein Molekül und Stoff zwei hat ein Molekül und der Stoff drei bindet die zwei nur.				x			x	X
762	C	Eduard	Du sagst praktisch: es hat nicht drei, sondern nur zwei.		X						
763	C	Steven	Ja, jetzt halt....		X						
764	C	Eduard	Ich wollte aber auch noch etwas sagen: vielleicht ist es ja so,... dass die Flüssigkeit... besteht ja vielleicht aus.... also da ist vielleicht ein Molekül drin, das Gelb ergibt. Aber das sieht man alleine nicht. Es braucht die anderen zwei. Und im Stoff eins ist dann das andere, was man dann auch nicht allein sieht,... was das andere noch braucht. Und vielleicht ist in den dritten Stoff dann auch noch so ein Ding, das dann das enthält, aber man sieht es nicht. Und das erst das zu dritt das ergibt.	X							
765	C	Steven	Puzzle.	X							
766	C	Eduard	Ja.	X							
767	C	Jannik	Das ist vielleicht.... was weiß ich so... was weiß ich wie so... was wo unsichtbar ist und da braucht man eine Brille dazu, dass man es sehen kann. Und die zwei weißen Stoffe.... da sieht man das Gelb ist unsichtbar.... und wenn man das da rein gibt und die drei sind zusammen ist das flüssige.... der flüssige Stoff, sozusagen die Brille und dann sieht man es.						X		
768	C	Franka									
769	C	Pascal K.									
770	C	Eduard									

Nr.	Person	Text	Gelb entsteht erst durch die Reaktion der 3 Stoffe.	Die Farben müssen ja nicht schon vorhanden sein!	Aus 1 und 2 entsteht die gelbe Farbe auch ohne Stoff 3.	Die Farbe besteht aus zwei „Teilen“ und Stoff 3 bindet diese zwei Teile. Dadurch wird der Stoff gelb.	In 1 und 2 sind die jeweiligen Farben (gelb) schon enthalten. Stoff 3 fördert sie nur.	Im Inneren des Stoffs ist die Farbe gelb, aber mit bloßem Auge kann man sie nicht sehen.	Ich denke dass sich die Moleküle vom Gelben in den Stoffen finden	Jeder Stoff hat 1 Molekül
771	C	Peter Buck								
772	C	Lehrer								
773	C	Peter Buck								
774	C	Lehrer								
775	C	Peter Buck								
776	C	Christian	Wenn man zum Beispiel Eisen nimmt und das oxidiert dann ist es ja vorher grau und hinterher ist der Rost rotbraun. Und wo ist das Rotbraun vorher?	X						
777	C	Peter Buck	Eine Frage, die ihr beantworten müsst.	X						
778	C	Lehrer								
779	C	Schülerinnen								
780	C	Lehrer								
781	C	mehrere Schülerinnen								
782	C	Lehrer	Was gut ist, ist, dass der Clemens noch eine Brille aufhat. Dann kannst du ja mal kleinreiben. Und dann guckt mal, ob das vielleicht doch ein bisschen gelb wird.					X		
783	C	Clemens	<i>(reibt Stoffeins in der Reibschale)</i>					X		
784	C	Peter Buck	Richtig kräftig.					X		
785	C	Pascal K.	Herr Schönbeck, das geben wir dann einmal rum, dass jeder es sehen kann?					X		
786	C	Lehrer	Ja, ja. <i>(Zu Clemens)</i> Geh gleich rum. Rumgehen, dass jeder es einmal sehen kann.					X		
787	C	Clemens	<i>(Geht mit der Schale herum)</i>					X		
788	C	Peter Buck	Was seht ihr denn eigentlich?					X		
789	C	Steven	Nur weißes Pulver - Puderzucker wollte ich eigentlich sagen.					X		
790	C	Peter Buck	Gibst du es mir?					X		
791	C	Clemens	<i>(Gibt die Schale an Peter Buck)</i>					X		
792	C	Peter Buck	Ich wasche sie schnell ab.					X		
793	C	Lehrer								
794	C	Peter Buck	Also ich verrate euch etwas zu dem Giftigen: Herr Schönbeck sagt, es seien alle giftig, damit ihr vorsichtig umgeht damit - aber wie giftig sie sind, also müsste sich noch zeigen.							
795	C	Lehrer								
796	C	Philipp								
797	C	Peter Buck								
798	C	Eduard								
799	C	Peter Buck								
800	C	Eduard								
801	C	Lehrer								

Nr.	Person	Text	Gelb entsteht erst durch die Reaktion der 3 Stoffe.	Die Farben müssen ja nicht schon vorhanden sein!	Aus 1 und 2 entsteht die gelbe Farbe auch ohne Stoff 3.	Die Farbe besteht aus zwei „Teilen“ und Stoff 3 bindet diese zwei Teile. Dadurch wird der Stoff gelb.	In 1 und 2 sind die jeweiligen Farben (gelb) schon enthalten. Stoff 3 fördert sie nur.	Im Inneren des Stoffs ist die Farbe gelb, aber mit bloßem Auge kann man sie nicht sehen.	Ich denke dass sich die Moleküle vom Gelben in den Stoffen finden	Jeder Stoff hat 1 Molekül
802	C	Steven								
803	C	Lehrer								
804	C	Eduard								
805	C	Lehrer								
806	C	Peter Buck								
807	C	Lehrer								
808	C	Peter Buck								
809	C	Steven	Also zumindest: wenn die Farbstoffe getrennt sind also in Stoff eins und zwei - wenn man sie separat zermahlt, sieht man also keine gelbe Farbe.	X						
810	C	Peter Buck	Also auf diese Weise könnte man das Gelbe nicht freilegen.	X						
811	C	Steven	<i>(Verreibt beide Stoffe in der Reibschale miteinander) Ja.</i>		X					
812	C	Peter Buck	Reib mal auf dem Boden, so das alle rein schauen können.		X					
813	C	Steven	Ah, gelb.		X					
814	C	Janina	Wie wir es gesagt hatten.		X					
815	C	Eduard	Da hat der Steven meine Meinung doch verbessert gehabt - das mit den nur zwei.		X					
816	C	Lehrer								
817	C	Peter Buck	Ich habe noch eine Frage: was passiert, wenn man jetzt von dem Stoff drei dazu tut?		X					
818	C	Clemens	Durch den Stoff drei tut sich das jetzt einfach so zusammenmengen... <i>(Text unverständlich)</i>		X					
819	C	Peter Buck	Was erwartest du, das passiert?		X					
820	C	Christian	<i>(Text unverständlich)</i>							
821	C	Lehrer	Soll ich es mal machen?		X					
822	C	Franka	Gleich glitzert es bestimmt.		X					
823	C	Lehrer	<i>(gießt Stoff drei in die Reibschale)</i>		X					
824	C	Peter Buck	<i>(geht mit der Reibschale einmal herum)</i>		X					

Nr.	Person	Text	Gelb entsteht erst durch die Reaktion der 3 Stoffe.	Die Farben müssen ja nicht schon vorhanden sein!	Aus 1 und 2 entsteht die gelbe Farbe auch ohne Stoff 3.	Die Farbe besteht aus zwei „Teilen“ und Stoff 3 bindet diese zwei Teile. Dadurch wird der Stoff gelb.	In 1 und 2 sind die jeweiligen Farben (gelb) schon enthalten. Stoff 3 fördert sie nur.	Im Inneren des Stoffs ist die Farbe gelb, aber mit bloßem Auge kann man sie nicht sehen.	Ich denke dass sich die Moleküle vom Gelben in den Stoffen finden	Jeder Stoff hat 1 Molekül
825	C	Lehrer So, was jetzt passiert ist: Wir haben nicht alle Fragen geklärt. Ihr fangt an mit: Zweck, Aufbau, Beschreibung. Hypothese, Wahrnehmung und Erklärungen stelle ich alle zusammen, so viele unterschiedliche, wie es gibt und probiere noch einmal, die Fragen, die offen geblieben sind, untendrunter zu schreiben. Vielleicht hilft uns das, was wir nächste Woche machen - vielleicht machen wir da ein bisschen weiter, oder vielleicht hilft uns das, was wir nächste Woche machen, weiter zu kommen. Zweck, Aufbau, Beschreibung.								

Inhalt

Insgesamt haben sich folgende Auffassungen herausgebildet:

- Gelb entsteht erst durch die Reaktion der 3 Stoffe.
- Die Farbe besteht aus zwei „Teilen“ und Stoff 3 bindet diese zwei Teile. Dadurch wird der Stoff gelb.
- Aus 1 und 2 entsteht die gelbe Farbe auch ohne Stoff 3.
- Die Farben müssen ja nicht schon vorhanden sein!
- In 1 und 2 sind die jeweiligen Farben (gelb) schon enthalten. Stoff 3 fördert sie nur.
- Im Inneren des Stoffs ist die Farbe gelb, aber mit bloßem Auge kann man sie nicht sehen.
- Jeder Stoff hat 1 Molekül
- Ich denke dass sich die Moleküle vom Gelben in den Stoffen finden
- noch keine Vorstellung

Damit zeigen sich in der Tendenz mehrere Verstehensstränge in der Klasse. → Verst Ind

Der Lehrer

Obwohl der Lehrer vor allem in den Anfangsphasen das Gespräch in der Klasse eng führt, macht er deutlich, dass es ihm um die unterschiedlichen Auffassungen der Schülerinnen geht. (LA tritt in den Dienst von LM)

Verteilung der Einzeläußerungen, die auf einen wagenscheinschen Unterricht im oben beschriebenen Sinne hindeuten (GSE – genetisch-sokratisch-exemplarisch)

Phase	Golddünen 8a	
A	SK3:0 SB:2 SD:5 SV:2 alle S:46 LM:0 LF5:4 LV:3 LInit:1 alle L:43	
	GA	
B	Gruppe1	Gruppe2
	SK3:0 SB:0 SD:0 SV:0 alle S:42	SK3:0 SB:0 SD:0 SV:0 alle S:81
GB	Gruppe1	Gruppe2
	SK3:0 SB:17 SD:14 SV:1 alle S:137	SK3:0 SB:0 SD:13 SV:0 alle S:101
C	SK3:22 SB:15 SD:19 SV:4 alle S:251 LM:45 LF5:12 LV:4 LInit:2 alle L:186	

Weitere Betrachtung

In mehreren Phasen ist bei den Schülerinnen ein Wachstum des Wissens zu erkennen, das heißt sie knüpfen von selbst an vorgenannte Beiträge an und mit diesen Anknüpfungen ist ein Fortschreiten der Argumentation verbunden. Damit sind hier Ansätze eines genetischen Lehrgangs festzustellen.

Das Gespräch ist in den Phasen G1B und C inhaltlich an einigen Stellen sehr dicht und „zerfasert“ nur teilweise. → **Dicht**

Das Initiationsphänomen ruft tiefgehendes Staunen hervor und erweckt den Wunsch nach einer forschenden Tätigkeit. Es spricht die Sinne an und es ist ästhetisch ansprechend. Insofern sind in diesen Phasen Ansätze eines neosokratischen Gesprächs zu erkennen.


Wie in der ersten Stunde wird auch hier darauf verzichtet, eine schriftliche Arbeitsanleitung oder ein Arbeitsblatt vorzulegen. Die Versuchsanleitungen in der Initiationsphase oder punktuell bei der Einführung von Variationsmöglichkeiten erfolgen durch mündliche Mitteilungen durch den Lehrer. → **Ex Anl**

Die Ausgangsbedingungen sind offen, es werden aus der Diskussion heraus Variationsexperimente vorgeschlagen und durchgeführt. Die Zeit zum Experimentieren ist großzügig bemessen und es wird darauf verzichtet, Lösungen vorzugeben. → **Ex Bed**

Pyrolyse von Zellulosewatte 8a (05/06)

Anlage der Doppelstunde

Die Sozialform wechselt zwischen Klassengespräch und Gruppenarbeit:

Phase	Sozialform 
A	Klassengespräch frontal - die Schülerinnen sitzen an den Gruppentischen, blicken allerdings alle nach vorne
G1A und G2A (gleichzeitig)	Gruppenarbeit in allen vier Gruppen, von denen nur G1 und G2 videographiert werden.
B	Klassengespräch im Kreis

Bei den Versuchen und im Gespräch können sich alle Schülerinnen gegenseitig sehen. Damit ist eine organisatorische Voraussetzung für ein sokratisches Gespräch geschaffen.

Anlage des Experimentes

Das Experiment der Pyrolyse von Zellulosewatte stellt in gewisser Hinsicht eine Umkehrung des Golddünenexperimentes dar, insofern als hier aus einem Edukt mehrere Produkte entstehen. Es ist als einfaches, ungefährliches Reagenzglasexperiment für die Schülerinnen sehr leicht durchführbar und vom Versuchsaufbau leicht durchschaubar → **Ex Ein**

Das Experiment kann als Initiationsexperiment dienen, denn es ermöglicht die Frage nach dem Verschwinden und Entstehen von Stoffen, die beim Golddünenexperiment aufgeworfen wird, aus einer anderen Perspektive heraus zu betrachten und zu vertiefen und ist somit geeignet, sokratisch diskutiert zu werden. Das Phänomen erzeugt eine Fragehaltung, die Fragen werden durch die Schülerinnen in Gruppe 2 geäußert (164G2A, 168G2A) → **Fra**

Durchführung

Phase A

Der Unterricht beginnt in einer konzentrierten Atmosphäre, einige Schülerinnen wirken jedoch noch sehr müde. Zu Beginn der Stunde knüpft der Lehrer an den Golddünenversuch an. Er hat dazu die verschiedenen Auffassungen der Klasse an die Tafel geschrieben und fordert die Schülerinnen auf, aufzuschreiben, welcher Meinung sie zustimmen (5A).

Dann leitet er zum Thema der Stunde über und macht deutlich, dass es sich um einen neuen Versuch zum selben Thema (11A).

Zunächst werden die Eigenschaften von Zellulosewatte an die Tafel geschrieben. Dabei wird Watte vom Lehrer durchgängig verkürzend als Stoffname verwendet und nicht zwischen Stoff und Material unterschieden.

Der Lehrer führt den Versuchsablauf des Schülerexperiments pantomimisch vor. (44.A) →

LInit

Dies dient einmal der Anleitung der Schülerinnen, wie sie den Versuch durchführen sollen, zum anderen ist darin die Wiederholung des sicheren Umgangs mit dem Bunsenbrenner enthalten (42A).

Die Schülerinnen werden aufgefordert, ihre Hypothesen auf dem Arbeitsblatt zu formulieren. Ein Schüler fragt nach, ob auch in Dialekt geschrieben werden darf, pro zu der Lehrer ausdrücklich ermutigt (48A-49A).

Nachdem die Schülerinnen ihre Hypothesen aufgeschrieben und danach in der Runde vorgetragen haben, wiederholt der Lehrer noch einmal die Verhaltensregeln zum sicheren Experimentieren (77A).

Phase G1A und Phase G2A

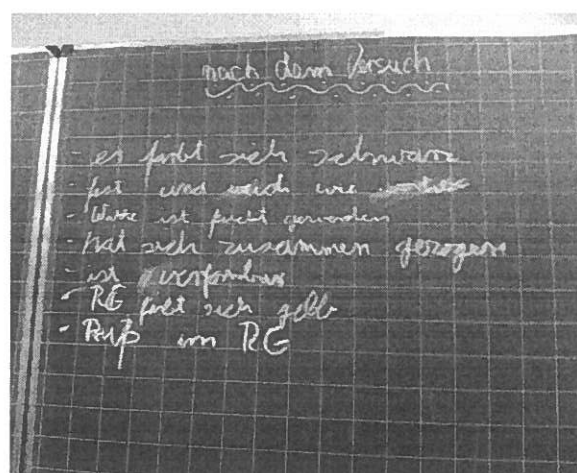
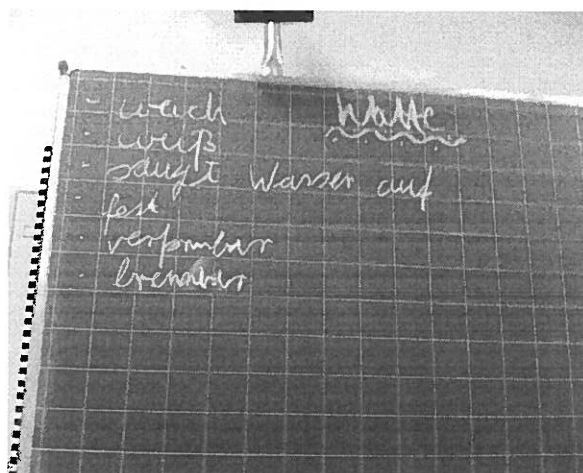
Die Schülerinnen führen den Versuch in den Kleingruppen durch. Sie haben keine Probleme, die Versuch selbstständig durchzuführen (92G1A und 161G2A), der Lehrer geht dabei von Gruppe zu Gruppe und steht für Fragen zur Verfügung. Dabei notieren die Schülerinnen ihre Wahrnehmungen auf dem Arbeitsblatt. Die Zeit zum Experimentieren ist großzügig bemessen (208G2A), der Lehrer wartet, bis alle Gruppen den Versuch beendet haben (136G1A und 223G2A).

Phase B

Zeitlicher Ablauf dieser Phase

Alle Schülerinnen und der Lehrer sitzen im Kreis. Zunächst werden die einzelnen Wahrnehmungen genannt. Dabei taucht die Frage auf, ob es bei dem Versuch genauso riecht wie verbranntes Papier. In der Runde wird als Vergleichsexperiment ein Stück Papier angezündet und der Geruch verglichen. Die meisten Schülerinnen sind der Ansicht, dass es gleich riecht (265B bis 267B).

Zur Deutung der Wahrnehmung hat der Lehrer an der Tafel in Form einer Vorher-Nachher Betrachtung beschriftet, um auf die unterschiedlichen Eigenschaften von Edukt und Produkten hinzusteuern:



Dabei wird nur auf das eine feste schwarze Reaktionsprodukt eingegangen, z.B. die Tropfenbildung am Reagenzglas, die von den Schülerinnen vorher noch geäußert wurde (225B, 235B), fehlt hier völlig.

Danach werden die Eigenschaften des schwarzen Stoffes besprochen. Der Lehrer fasst das Ende dieser Phase in der Frage zusammen, ob das Schwarze Watte sei und fordert die Schülerinnen auf, ihre Antwort aufzuschreiben (372B).

Erst in der folgenden Besprechung dieser Antwort kommt langsam eine tiefschürfendere Diskussion zustande, die aber wiederum vom Lehrer sehr eng kanalisiert wird mit der Frage, wie viele Stoffe jetzt noch im Reagenzglas vorhanden seien (437B).

Gegen Ende dieser Phase versucht der Lehrer, die Schülerinnen dazu zu bringen, eine Verbindung zwischen diesem Experiment und dem Golddünenversuch herzustellen

Phasendiagramm: Phase B

Dieses Diagramm ist aus Gründen der Übersichtlichkeit hier nicht abgedruckt; es findet sich im Anhang *Phasendiagramme*.

Inhalt

Insgesamt haben sich folgende Auffassungen herausgebildet:

Hypothesen:

- Watte verglüht
- Watte schmilzt
- Watte schmilzt und bleibt weiß
- Es verfärbt sich, beginnt zu qualmen
- Gas steigt auf und das Gas brennt
- Watte dehnt sich aus
- Es schmurgelt/wird versengt
- Es kokelt
- Watte beginnt zu brennen
- Wird schwarz/Schwärzt
- Watte wird gasförmig
- Es stinkt bestimmt

Wahrnehmungen:

- Verfärbt sich/wird schwarz/verkohlt.
- Fängt an zu qualmen/weißer Rauch/Dampf steigt auf
- Riecht verbrannt
- Es bildet sich Gas
- Watte zieht sich zusammen.
- Wir haben eine (gelbe) Flüssigkeit.
- Das Reagenzglas beschlägt.

Erklärungen:

- Durch die Hitze
- Ich denke, dass es der umgekehrte Vorgang von letzter Woche ist.
- Watte ist von einer Rußschicht umgeben.
- Watte hat sich umgewandelt (zu Kohlenstoff)
- Von der Watte bleibt ein Überbleibsel
- Es entsteht auch Wasser.
- Es entsteht nur ein Stoff.
- Es entstehen zwei Stoffe.
- Es entstehen drei Stoffe.
- Es entstehen vier Stoffe.

Der Lehrer

Während der Phase B zeigt der Lehrer zwar Interesse daran, dass die unterschiedlichen Meinungen der Schülerinnen geäußert werden (LM4 z.B. 281B, 335B), er steuert das Gespräch stark dadurch, dass er selbst häufig an vorgenannte Beiträge anknüpft (LK z.B. 461B, 463B, 466B, 470B) und durch organisatorische und inhaltliche Äußerungen (390B, 457B, 480B).

Der Lehrer nimmt damit die Rolle des Wissensvermittlers im fragend-entwickelnden Unterricht ein, das heißt er tritt als Aushandelnder eines Ergebnisses auf. Die Aufmerksamkeitslenkung findet im Sinne von attention (Achtung! Verpasst nichts!) statt.

Er weist direkt auf etwas hin, indem er es ausspricht, und strebt er einen einzigen Gedankengang an. Damit folgt der Verlauf des Gespräches den oben angeführten Kriterien eines neosokratischen Gesprächs im Großen und Ganzen nicht.

Die Schülerinnen

In Phase C beteiligen sich die Schülerinnen trotz der engen Führung des Lehrers gut am Gespräch, es sie knüpfen häufig an vorgenannte Beiträge an und entwickeln sie weiter (häufiges Auftreten von SK2 und SK3 z. B.: 383B, 384B, 387B, 393B, 406B).

Verteilung der Einzeläußerungen, die auf einen wagenscheinschen Unterricht im oben beschriebenen Sinne hindeuten (GSE – genetisch-sokratisch-exemplarisch)

Phase	Pyrolyse von Zellulosewatte 8a	
A	SK3:0 SB:0 SD:4 SV:0 Summe S: 59 LM:4 LF5:4 LV:1 LInit:1 Summe L:52	
GA	Gruppe1	Gruppe2
	SK3:0 SB:0 SD:0 SV:0 Summe S:67	SK3:0 SB:0 SD:7 SV:0 Summe S:86
B	SK3:8 SB:7 SD:15 SV:5 Summe S:200 LM:32 LF5:0 LV:1 LInit:0 Summe L:110	

Reaktion von Kupfer und Schwefel 8a (05/06)

Anlage der Doppelstunde

Die Sozialform wechselt zwischen Klassengespräch und Gruppenarbeit:

Phase	Sozialform
A	Klassengespräch im Kreis
G1A und G2A (gleichzeitig)	Gruppenarbeit in allen vier Gruppen, von denen nur G1 und G2 videographiert werden.
B	Klassengespräch im Kreis

Bei den Versuchen und im Gespräch können sich alle Schülerinnen gegenseitig sehen. Damit ist eine organisatorische Voraussetzung für ein sokratisches Gespräch geschaffen.

Anlage des Experimentes

Die beiden Edukte sind den Schülerinnen von mehreren Versuchen her schon bekannt. Im Vorfeld ist einmal das Verhalten von Kupfer beim Erhitzen mit dem Bunsenbrenner beobachtet worden, einmal das Verhalten von Schwefel beim Erhitzen im Reagenzglas und beim Thema *Trennung von Stoffgemischen* wurde versucht ein Kupfer-Schwefel-Gemisch aufgrund der unterschiedlichen Stoffeigenschaften zu trennen. Insofern knüpft dieser Versuch an diese Vorerfahrungen an.

Es ist als einfaches und wegen der sehr geringen Mengen der eingesetzten Stoffe ungefährliches Reagenzglasexperiment für die Schülerinnen sehr leicht durchführbar und vom Versuchsaufbau leicht durchschaubar → **Ex Ein**

Das Experiment kann als Initiationsexperiment dienen, denn es ermöglicht, die Frage nach dem Verschwinden und Entstehen von Stoffen, die in den vorangegangenen Stunden behandelt wurde, weiterzuführen und ist somit geeignet, sokratisch diskutiert zu werden.

Durchführung

Phase A

In der ersten Phase zeigt der Lehrer zwei Folien mit den Ergebnissen der vorangegangenen Versuche, um diese in Erinnerung zu rufen. Dann zeigt er den Schülerinnen die zwei Stoffe, die sie sofort wiedererkennen (18A, 21A). Zur Einleitung des Experimentes nimmt der Lehrer Bezug auf den Versuch, ein Kupfer-Schwefel-Gemisch zu trennen, bei dem ein Schüler vorgeschlagen hatte, das Gemisch zu erwärmen (22A). Er gibt beide Stoffe in das Reagenzglas und fordert die Schülerinnen auf, ihre Hypothesen zu formulieren. Danach äußern sie ihre Hypothesen im Kreisgespräch.

Phase G1A und Phase G2A

Die Schülerinnen führen den Versuch in den Kleingruppen durch und formulieren ihre Wahrnehmungen auf dem Arbeitsblatt. Ein Schüler weiß schon, dass es sich beim Reaktionsprodukt um Kupfersulfid (164G1A) und er besteht darauf, dass diese Bezeichnung auch verwendet wird (174G1A).

Phase B

Zeitlicher Ablauf dieser Phase

Zu Beginn dieser Phase führt der Lehrer den Versuch noch einmal in der Mitte des Kreises durch. Dies hat auch den Grund, dass Wagenschein von einem Phänomen ausgegangen ist, das in der ganzen Lerngruppe anwesend ist, weil gewährleistet sein muss, dass alle Effekte, die zur Sprache kommen können, auch von allen Schülerinnen wahrgenommen sein müssen.

Die Schülerinnen formulieren ihre Wahrnehmungen und verwenden dabei häufig ihre eigenen Wörter (279B, 281B, 298B). Dabei ist das Gespräch inhaltlich sehr dicht und die Schülerinnen knüpfen oft an Beiträge der anderen Schülerinnen an und führen dabei den Gedankengang weiter (296B). Dabei geht das Gespräch direkt in die Phase der Deutungen über (299B). Auch in dieser Phase bleibt das Gespräch inhaltlich dicht. → **Dicht**

Dabei ist ein Wachstum des Wissens bei den Schülerinnen zu erkennen, das heißt die Schülerinnen knüpfen von selbst an vorgenannte Beiträge an und mit diesen Anknüpfungen ist auch ein Fortschreiten der Argumentation verbunden. Insofern kann das Gespräch in Phase B als ein überwiegend genetischer Lehrgang angesehen werden, da auch das Gespräch von Lehrerseite aus überwiegend (305B, 309B, 318B) sokratisch gelenkt wird und sich der Lehrer auch von der Häufigkeit seiner Äußerungen her eher zurückhält.

Die Zeit zum Experimentieren ist sehr großzügig bemessen und es wird darauf verzichtet, auch indirekt, Lösungen vorzugeben. → Ex Bed

Der Lehrer fragt nach, so dass die Schülerin es selbst finden kann. Stellt der Lehrer die Schülerinnen-Gedankengänge gegeneinander und veranlasst zum Abwägen (350B).

Die wesentlichen Schritte werden schriftlich fixiert und die Stellen, über die ein Konsens erzeugt wurde, markiert.

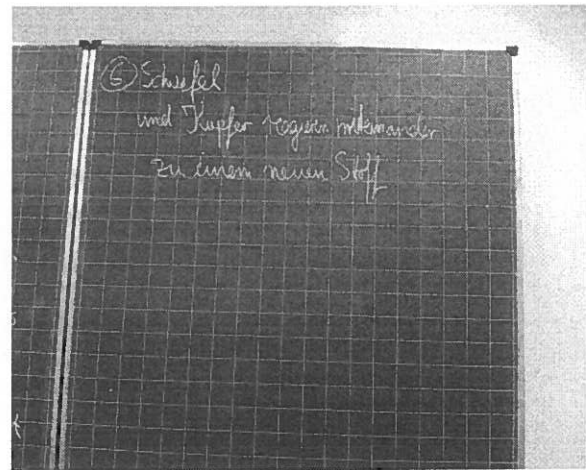
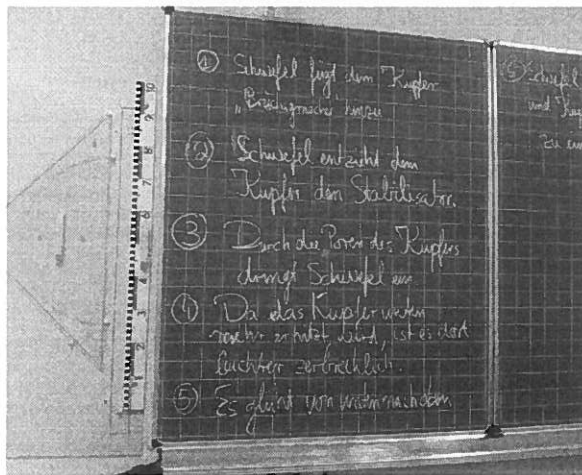
Der Lehrer verzichtet über die ganze Doppelstunde hinweg auf unnötiges Gängeln.

Phasendiagramm: Phase B

Dieses Diagramm ist aus Gründen der Übersichtlichkeit hier nicht abgedruckt; es findet sich im Anhang *Phasendiagramme*.

Inhalt

Die verschiedenen Deutungen werden an der Tafel notiert:



- Schwefel fügt dem Kupfer „Brüchigmacher“ hinzu.
- Schwefel entzieht dem Kupfer den „Stabilisator“.
- Durch die Poren des Kupfers dringt Schwefel ein.
- Da das Kupfer unten mehr erhitzt wird, ist es dort leichter zerbrechlich.
- Es glüht von unten nach oben.
- Schwefel und Kupfer reagieren miteinander zu einem neuen Stoff.

Verteilung der Einzeläußerungen, die auf einen wagenscheinschen Unterricht im oben beschriebenen Sinne hindeuten (GSE – genetisch-sokratisch-exemplarisch)

Phase	Kupfer und Schwefel 8a	
A	SK3:4 SB:2 SD:0 SV:3 Summe S:47 LM:1 LF5:0 LV:0 LInit:0 Summe L:40	
GA	Gruppe1	Gruppe2
	SK3:0 SB:6 SD:7 SV:0 Summe S:126	SK3:0 SB:1 SD:6 SV:0 Summe S:47
B	SK3:10 SB:0 SD:6 SV:4 Summe S:118 LM:50 LF5:0 LV:1 LInit:1 Summe L:93	

Chromatographie 8b (05/06)

Anlage der Einzelstunde

Die Sozialform wechselt zwischen Klassengespräch und Gruppenarbeit.

Phase	Sozialform
A	Klassengespräch frontal - die Schülerinnen sitzen an den Gruppentischen, blicken allerdings alle nach vorne
G1A und G2A (gleichzeitig)	Gruppenarbeit in allen vier Gruppen, von denen nur G1 und G2 videographiert werden.
B	Klassengespräch frontal - die Schülerinnen sitzen an den Gruppentischen, blicken allerdings alle zur Mitte
G1B und G2B (gleichzeitig)	Gruppenarbeit in allen vier Gruppen, von denen nur G1 und G2 videographiert werden.
C	Klassengespräch im Kreis

Bei den Versuchen und im Gespräch können sich alle Schülerinnen gegenseitig sehen. Damit ist eine organisatorische Voraussetzung für ein sokratisches Gespräch geschaffen.
Ein Metagespräch findet am Ende der Unterrichtssequenz nach der vierten Doppelstunde statt.

Anlage des Experimentes

Das Experiment zur Papierchromatographie ist, wie bei der entsprechenden Stunde in der Klasse 8a beschrieben, so ausgewählt worden, dass es für die Schülerinnen mit einfachsten Mitteln durchführbar ist. Ex Var, Ex Ein

Durchführung

Phase A

Die Klasse kommt nach der ersten Pause in den Saal, die Schülerinnen sind aufgeweckt und offen; der Lehrer führt in der ersten Phase den Versuchsablauf des Schülerexperiments pantomimisch vor (6A). → LInit

Die Schülerinnen beobachten und unterhalten sich dabei nicht. Nach der Vorführung fordert der Lehrer die Schülerinnen auf, ihre Hypothesen zu notieren. Dabei weist er explizit auf die Möglichkeit mehrerer Hypothesen hin (28A).

Phase G1A und Phase G2A

Die Schülerinnen formulieren die Hypothesen in den Kleingruppen. Bei den Probeaufnahmen in dieser Stunde stehen die Mikrofone noch in einigem Abstand zu den Gruppenarbeits-tischen, so dass viele Beiträge in diesen Phasen unverständlich bleiben. (76G1B usw.) In den folgenden Doppelstunden werden dann die Mikrofone dichter an den Gruppentischen platziert, so dass von da an die Beiträge wesentlich besser verständlich sind. Der Lehrer lässt bewusst viel Zeit für die Hypothesenformulierung (44G1A/67G2A).

Phase B

In dieser Phase werden die Hypothesen vorgestellt. Der Lehrer führt das Gespräch sehr eng (52B).

Phase G1B und Phase G2B

In dieser Phase führen die Schülerinnen den Versuch in den Gruppen durch.

Phase C

Diese Phase ist sehr kurz, weil es sich nur um eine Einzelstunde handelt, so dass sich kein sokratisches Gespräch entwickeln kann. Die Schülerinnen haben nur Zeit, ihre Wahrnehmungen zu schildern.

Inhalt

Es ergaben sich folgende Auffassungen:

Hypothesen:

- Das Filterpapier saugt sich mit Wasser voll.
- Das Wasser steigt bis zum schwarzen Punkt.
- Die Farbe des schwarzen Punktes verändert sich.
- Es entstehen Regenbogenfarben.

Wahrnehmungen:

- Das Wasser steigt den Docht hoch.
- Das Papier wellt sich.
- Der Punkt verfärbt sich, er wird erst lila, dann blau, rosa, gelb,....

Unsere Erklärungen:

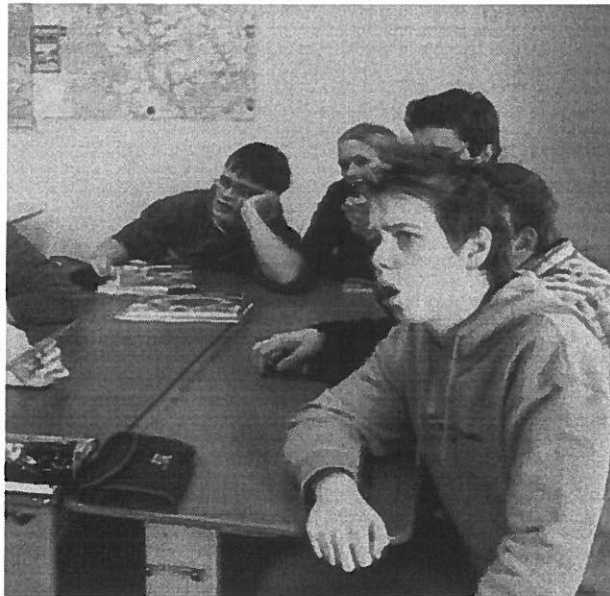
- Schwarz ist aus allen Farben gemischt, wenn es mit Wasser in Berührung kommt teilen sich die Farben.
- So sieht man, welche Farbe am stärksten am Papier hängen bleibt.
- Die Farben bilden sich zurück (= man sieht wieder die Grundfarben)

Noch offene Fragen:

- Sehen die Farbkörnchen außen genau so aus wie innen?
- Bestehen die schwarzen Farbkörnchen aus kleineren, andersfarbigen Körnchen?
- Und wenn dies so ist, sind diese dann durch und durch gefärbt oder bestehen die auch aus kleineren Farbkörnchen?

Aufmerksamkeit

In dieser Stunde kann man anhand des Bildmaterials Rückschlüsse darauf ziehen, dass sich während der Initiationsphase (6A) tatsächlich eine Aufmerksamkeit im Sinne von *awareness* eingestellt hat → LInit:



Verteilung der Einzeläußerungen, die auf einen wagenscheinischen Unterricht im oben beschriebenen Sinne hindeuten (GSE – genetisch-sokratisch-exemplarisch)

Phase	Chromatographie 8b	
A	SK3:0 SB:0 SD:1 SV:1 Summe S:14 LM:2 LF5:1 LV:0 Linit:1 Summe L:19	
GA	Gruppe1	Gruppe2
	SK3:3 SB:0 SD:0 SV:0 Summe S:5	SK3:0 SB:0 SD:0 SV:0 Summe S:5
B	SK3:0 SB:0 SD:0 SV:0 Summe S:8 LM:0 LF5:0 LV:1 Linit:0 Summe L:7	
GB	Gruppe1	Gruppe2
	SK3:0 SB:0 SD:1 SV:2 Summe S:29	SK3:0 SB:0 SD:1 SV:3 Summe S:76
C	SK3:0 SB:0 SD:5 SV:1 Summe S:43 LM:3 LF5:0 LV:2 Linit:0 Summe L:14	

Anlage der Doppelstunde

Die Sozialform wechselt zwischen Klassengespräch und Gruppenarbeit:

Phase	Sozialform
A	Klassengespräch frontal - die Schülerinnen sitzen an den Gruppentischen, blicken allerdings alle nach vorne
G1A und G2A (gleichzeitig)	Gruppenarbeit in allen vier Gruppen, von denen nur G1 und G2 videographiert werden.
B	Klassengespräch im Kreis

Anlage des Experimentes

Das Golddünenexperiment ist, wie bei der Darstellung der entsprechenden Doppelstunde in Klasse 8a beschrieben, mit einfachsten Mitteln durchführbar. Die Besonderheiten dieses Experiments wurden bei der Darstellung des Unterrichts schon ausführlich erläutert. Ex Var,

Ex Ein

Das Phänomen erzeugt eine Fragehaltung, auch in dieser Klasse werden die Fragen durch die Schülerinnen spontan geäußert (215G1A, 226G1A, 339G2A, 341G2A) → Fra

Durchführung

Phase A

Die Schülerinnen kommen in einer positiven Stimmung ins Klassenzimmer. Zu Beginn dieser Phase klärt der Lehrer noch einige organisatorische Details. Dann leitet er direkt zu den teilweise schon auf dem Tisch stehenden Utensilien über (9A).

Während dieser Phase fällt Kamera 1, wohl wegen eines Wackelkontakts, aus (27A - 95A), dies beeinträchtigt die Aufzeichnung jedoch nicht, da alles von Kamera 2 gleichzeitig aufgezeichnet wird.

Während dieser Phase formulieren die Schülerinnen ihre Hypothesen auf dem Arbeitsblatt und tragen sie dann in der Klasse vor.

Der Lehrer bemüht sich in dieser Phase, als Moderator des Gesprächs aufzutreten (häufiges Auftreten von Linit), er will verstehen, was die Schüler meinen und bringt dies auch wörtlich zum Ausdruck (126A). Die Schülerinnen arbeiten interessiert mit und verwenden oft ihre eigene Sprache um ihre Wahrnehmungen zu beschreiben (26A, 33A, 41A, 119A, 127A, 136A). Der Lehrer gibt verbal eine genaue Anweisung, wie der Versuch durchzuführen ist und betont noch einmal die Sicherheitsbestimmungen (158A, 160A).

Phase G1A und Phase G2A

Die Schülerinnen führen den Versuch in den Kleingruppen sorgsam und selbständig durch. Bei Unklarheiten fragen sie den Lehrer um Rat (175G1A, 349G2A, 351G2A). Auch in dieser Phase äußern sie sich spontan in ihrer eigenen Sprache (180G1A, 181G1A, 307G2A, 309G2A). Sie notieren ihre Wahrnehmungen auf dem Arbeitsblatt. Der Lehrer lässt genügend Zeit für den Versuch, so dass alle Schülerinnen die Gelegenheit erhalten, die Versuchsergebnisse aller vier Gruppen zu betrachten (233G2A, 274G2A).

Phase B

Zeitlicher Ablauf dieser Phase

Zu Beginn dieser Phase führt der Lehrer den Versuch noch einmal in der Mitte des Kreises durch (386B-403B).

Die Schülerinnen tragen ihre Wahrnehmungen im Kreis der Reihe nach vor und verwenden dabei häufig ihre eigenen Wörter (420B, 427B, 436B). Dabei ist das Gespräch inhaltlich sehr dicht und die Schülerinnen knüpfen oft an Beiträge der anderen Schülerinnen an und führen dabei den Gedankengang weiter (Häufung von SK2 (122mal) und SK3 (53mal)). In dieser Phase ist das Gespräch durchgehend inhaltlich dicht. → Dicht

Beinahe nahtlos geht diese Phase über in die Diskussion über die Deutung der Wahrnehmung (Erklärung). Der Lehrer versucht mit der Frage, wie viele Stoffe insgesamt in der Petrischale sind, die Diskussion zu bündeln (593B), lenkt sie dadurch aber vom Prozess weg hin auf das statische Ergebnis (Anzahl der Reaktionsprodukte). Später öffnet er die Fragestellung wieder durch die Frage nach der Herkunft des Gelben (642B). In der folgenden Diskussion bilden sich verschiedene Diskussionsstränge heraus, die Schülerinnen entwickeln vorgenannte Auffassungen weiter und schließen Variationsexperimente an (720B und 743B). Währenddessen und zum Schluss notieren sie ihre Auffassungen auf dem Arbeitsblatt.

Phasendiagramm: Phase B

Dieses Diagramm ist aus Gründen der Übersichtlichkeit hier nicht abgedruckt; es findet sich im Anhang *Phasendiagramme*.

Inhalt

Insgesamt haben sich folgende Vorstellungen herausgebildet:

Hypothesen:

- Die Stoffe vermischen sich nicht.
- Die Stoffe mischen sich.
- Die Farbe verändert sich, es entsteht ein Farbgemisch.
- Stoff 3 ändert die Farbe.
- Der Stoff wird nach dem Mischen hochgiftig.
- Es explodiert.
- Es fängt an zu brennen.
- Es steigt Rauch auf.
- Es stinkt.
- Das Glas wird heiß.
- Es spritzt nach allen Richtungen.
- Es dampft in verschiedenen Farben.
- Stoff 1 und Stoff 2 lösen sich auf und vermischen sich anschließend. Es entstehen Gase.
- Stoff 1 löst sich auf.
- Stoff 2 schwimmt.
- Vielleicht vermischen sich die drei Stoffe und es spritzt.
- Wenn man Stoff 1 mit Stoff 3 mischt löst er sich auf.
- Es bilden sich Bläschen.
- Stoff 1 und Stoff 2 lösen sich auf und mischen sich anschließend.
- Stoff 3 fängt an zu blubbern, wenn sich Stoff 1 und Stoff 2 berühren.

Wahrnehmungen:

- Stoff 1 färbt sich erst grün, dann gelb.
- Stoff 2 löst sich langsam auf.
- Stoff 1 glitzert und verteilt sich über Stoff 3.
- Stoff 1 macht einen Kreis um Stoff 2.
- Es wird weiß und gelb.
- Es bildet sich eine Schicht auf der Oberfläche.
- Es zieht sich zum weißen Punkt hin.
- Es entsteht eine Art gelber Halbkreis.
- Stoff wird gelb.
- Es wird ganz leicht grün.
- Stoff verbreitert sich, bekommt gelbe Farbe und geht erst auseinander in einer dicken Schicht und dann in viele kleine Tropfen.
- Stoff 1 löst sich auf, wandert in die Mitte der Petrischale und wird gelbglitzernd.
- Stoff 1 färbt sich gelbgrün, sprudelt und glitzert.
- Stoff 2 wird kleiner.
- Um Stoff 1 gerinnt Stoff 3.
- Die gelbgrüne Mischung mischt sich nur, wenn Stoff 2 hinzukommt.
- Gelbe Körner.
- Stoff 1 ist verschwunden, Stoff 1 und Stoff 2 vermischen sich. Stoff 2 ist noch da. Das Gelb bildet wie eine Wand vor Stoff 2.
- Stoff 2 bleibt am selben Platz, Stoff 1 ändert Position.
- Stoff 1 & Stoff 2 kommen zusammen, Reaktion = wird gelb, glitzernd.
- Bildet Schutzwand um Stoff 2.
- Stoff 1 löst sich auf. Bei Stoff 2 geschieht nichts nur ein kl. St. Löst sich auf und schwimmt in die Mitte. Der Rest bleibt auf seinem Platz. Kurz danach taucht Stoff 1 in der Mitte wieder auf. Diesmal jedoch gelb. Nach und nach bildet sich Glitzer auf der gelben Fläche. Sie wird immer größer, Stoff 2 dagegen wird immer kleiner. Stoff 1 bildet sich nicht in die Richtung von Stoff 2 aus. Nur in die Richtung, wo Stoff 1 vorher gewesen war.
- Es glitzert wie die gelbe Seite von einem Schwamm.
- Fast golden.
- Wenn sich beide Stoffe berühren, entsteht eine gelbe Flüssigkeit, die glitzert.
- Es gerinnt.
- Langsam bildet sich ein gelber Film, er sieht aus wie eine Art Schutzwall um Stoff 2.
- Es kommt zusammen und wird ein gelber langer Faden.
- Sieht aus wie Sand.
- Es bildet sich eine gelbe Kristallschicht.
- Es entsteht ein gelber Balken.

unsere Erklärungen:

Frage: Wie kommt denn das, dass das gelb wird?

- Die Stoffe vermischen sich.
- Der Stoff wird gelb, weil er sich auflöst und die Farbe übrig bleibt, weil sie sich nicht auflösen kann.
- Wenn ich nicht weiß, was für Stoffe das sind, kann ich nicht antworten. Z.B.: Es nützt der Menschheit nichts, wenn ich eine wirksame Medizin erfinde, aber nicht weiß, wie ich sie hergestellt habe.
- Stoff 1, 2, 3 reagieren aufeinander, so entsteht der gelbe Stoff.

- In den weißen Stoffen sind vielleicht auch andere Partikel.
- Stoff 2 schützt sich vor dem in Wasser gelösten Stoff 1.
- Weil Stoff 1 + 2 + 3 eine chemische Reaktion auslösen.
- Weil Stoff 1 + 2 in Stoff 3 eine chemische Reaktion auslösen.
- Die Stoffe vermischen sich und verfärben sich dann.
- Ich weiß nicht, was für Stoffe es sind, vielleicht ist es eine chemische Reaktion.
- Weil die Stoffe eben so auf sich wirken.
- Wenn man nur 1 und 3 macht passiert nichts und bei 2 und 3 auch nichts.
- Wahrscheinlich erst wenn 1 und 2 zusammen kommen.
- Das Gelb ist in Stoff 2.
- Wie kann aus zwei weißen Stoffen und einem flüssigen eine gelbe Schicht entstehen? Vielleicht waren im Stoff ganz kleine Stoffe.
- Stoff 1 färbt sich nur durch Stoff 2 in Stoff 3.
- Ohne Stoff 2 passiert nichts.

Frage: Wie viele Stoffe befinden sich in der Petrischale nach dem Versuch?

- 1 Stoff: *Maximilian*
- 2 Stoffe: *Jan, Anne, Jessica* (Begründung) *Sebastian, Sven* Es sind aus drei Stoffen nur 2 geworden [d.h. Stoff 1 und Stoff 2 sind nun verschwunden]
- 3 Stoffe: *Silvan, Julia, Lukas, Julia K.* (Begründung) *Ines* (dto mit anderen Worten) *Sam, Sarah* In der Petrischale sind nur drei Stoffe: Stoff 1, Stoff 2 und Stoff 3. Auch wenn sie sich vermischt haben sind es immer noch 3. [Es kam nichts raus und nichts rein, also ist es noch gleich]
- 4 Stoffe: *Daniel, Yannik, Natalie N., Nathalie K., Lisa, Manuel, Manuel G., Diana* [Es ist der Stoff G hinzugekommen]
- 7 Stoffe: *Fabian*

noch offene Fragen:

- Funktioniert der Versuch auch ohne Stoff 3?
- Welche Stoffe sind es?
- Was ist Stoff 3?
- Was passiert, wenn man das Gemisch aus dem Mörser in Stoff 3 schüttet?
- Wie entsteht das Gelb?
- Was reagiert wie auf was?
- Ist nur der eine gelb?
- Warum glitzert Versuch 2 nicht?

Weitere Betrachtung

Es ist ein Wachstum des Wissens bei den Kindern zu erkennen, das heißt die Schülerinnen knüpfen von selbst an vorgenannte Beiträge an und mit diesen Anknüpfungen ist ein Fortschreiten der Argumentation verbunden. Insofern hat teilweise ein genetischer Lehrgang stattgefunden

Das Gespräch ist inhaltlich sehr dicht, „zerfasert“ jedoch phasenweise. Der Lehrer verengt das Gespräch mit der Frage nach der Anzahl der Stoffe sehr stark in eine Richtung, was der ansonsten relativ sokratisch gehaltenen Diskussion zuwiderläuft. Das Initiationsphänomen ruft bei beiden Gruppen tiefgehendes Staunen hervor und erweckt den Wunsch nach einer forschenden Tätigkeit? Es spricht es die Sinne an und ist ästhetisch ansprechend.

Es wird darauf verzichtet, eine schriftliche Arbeitsanleitung oder ein Arbeitsblatt vorzulegen:
Die Versuchsanleitung erfolgt in der Initiationsphase durch mündliche Mitteilung durch den Lehrer. → **Ex Anl**

Die Ausgangsbedingungen sind offen, die Zeit zum Experimentieren ist großzügig bemessen. → **Ex Bed**

Verteilung der Einzeläußerungen, die auf einen wagenscheinschen Unterricht im oben beschriebenen Sinne hindeuten (GSE – genetisch-sokratisch-exemplarisch)

Phase	Golddünen 8b	
A	SK3:1	
	SB:3	
	SD:12	
	SV:2	
	Summe S:138	
	LM:1	
	LF5:5	
	LV:1	
	Linit:	
	Summe L:	
GA	Gruppe1	Gruppe2
	SK3:1	SK3:0
	SB:5	SB:5
	SD:7	SD:20
	SV:0	SV:0
	Summe S:86	Summe S:174
B	SK3:23	
	SB:7	
	SD:31	
	SV:2	
	Summe S:273	
	LM:72	
	LF5:13	
	LV:5	
	Linit:6	
	Summe L: 329	

Pyrolyse von Zellulosewatte 8b (05/06)

Anlage der Doppelstunde

Die Sozialform wechselt zwischen Klassengespräch und Gruppenarbeit:

Phase	Sozialform
A	Klassengespräch im Kreis
G1A und G2A (gleichzeitig)	Gruppenarbeit in allen vier Gruppen, von denen nur G1 und G2 videographiert werden.
B	Klassengespräch im Kreis

Bei den Versuchen und im Gespräch können sich alle Schülerinnen gegenseitig sehen. Damit ist eine organisatorische Voraussetzung für ein sokratisches Gespräch geschaffen.

Anlage des Experimentes

Die Anlage des Experimentes ist identisch mit der aus der entsprechenden Stunde in der Klasse 8a und wurde dort beschrieben. → Ex Ein

Das Phänomen erzeugt eine Fragehaltung, die Fragen werden durch die Schülerinnen in Gruppe 2 geäußert. → Fra

Durchführung

Phase A

Der Lehrer beginnt die Stunde mit einer Folie als Erinnerung an die Doppelstunde eine Woche zuvor (3A). Die Schülerinnen nehmen auf dem Arbeitsblatt noch einmal Stellung zu den einzelnen Versuchsdeutungen und schreiben auf, welche Auffassung sie vertreten (23A). Dann leitet er über zum eigentlichen Stundenthema. Wie in der Parallelklasse werden dann von den Schülern die Eigenschaften an die Tafel geschrieben, wobei der Lehrer hier genau den gleichen Fehler macht, indem er die Watte durchgängig als Stoff bezeichnet. Dies liegt auch daran, dass diese Stunde zeitlich direkt an die entsprechende Stunde in der Parallelklasse anschließt, entsprechend identisch konzipiert ist und somit für eine Reflexion oder eine Veränderung keine Zeit zur Verfügung steht.

Der Lehrer führt wieder pantomimisch vor, wie der Versuch ablaufen soll (94A).

In dieser Phase formulieren die Schülerinnen ihre Hypothesen auf dem Arbeitsblatt und lesen sie dann im Kreis vor. Dabei verwenden sie auch eigene Wörter (102A, 117A). Am Ende der Phase weist der Lehrer noch einmal auf die Sicherheitsbestimmungen hin (131A).

Phase G1A und Phase G2A

Zu Beginn dieser Phase bereiten die Schülerinnen das Experiment vor und beginnen, nach Aufforderung durch den Lehrer (139G1A und 190G2A), den Versuch durchzuführen. Dann notieren sie ihre Wahrnehmungen auf dem Arbeitsblatt (156G1A und 239G2A).

Phase B

Zeitlicher Ablauf dieser Phase

Zunächst nennen die Schülerinnen der Reihe nach ihre Wahrnehmungen. Hierbei bringen sie jedoch schon selbständig ihre persönlichen Deutungsversuche zum Ausdruck (319B, 321B, 323B, 325B usw.) Der Lehrer ermutigt sie, diese aufzuschreiben und dann später zur Sprache zu bringen, versucht jedoch, wie in der Parallelklasse, zu kanalisieren, indem er fragt, ob das Schwarze im Reagenzglas noch Watte sei (340B). Dann notieren die Schülerinnen ihre Erklärungsversuche (341B). In der anschließenden Diskussion entwickeln sich mehrere Argumentationsfäden, insgesamt hält sich der Lehrer mit inhaltlichen Äußerungen zurück, muss jedoch einige Schüler ermahnen, deren Aufmerksamkeit nachlässt (285B 288B).

Die Schülerinnen entwickeln vorgenannte Auffassungen weiter und schließen Variationsexperimente an (ab 380B).

Phasendiagramm: Phase B

Dieses Diagramm ist aus Gründen der Übersichtlichkeit hier nicht abgedruckt; es findet sich im Anhang *Phasendiagramme*.

Inhalt

Hypothesen:

- Watte wird angekokelt (schwarz), sie verschmort, sie wird klebrig
- Es entsteht eine braune Brühe
- Es raucht (qualmt), bunter Rauch entsteht
- Es stinkt wie verbrannt
- Watte verfärbt sich
- Watte brennt
- Watte wird gelb
- Watte zieht sich zusammen, wird klein
- Watte geht auf wie ein Kuchen
- Watte wird hart und gelb
- Es entsteht Ruß
- Watte glüht
- Watte verflüssigt sich / schmilzt
- Watte wird heiß
- Das Glas färbt sich

Wahrnehmungen:

- Watte wird schwarz / kohlrabenschwarz
- Im Glas sieht es aus, als ob Wasser verdampft, gelber/weißer Rauch steigt auf.
- Glas glüht
- Watte verkohlt
- Es bildet sich eine braune klebrige Flüssigkeit im Glas
- Watte zieht sich zusammen/bekommt eine andere Form
- Watte verkokelt
- Watte glüht
- Danach sieht die weiche Watte aus wie Holzkohle
- Watte wird braun, dann immer dunkler, klebt am Boden fest
- Es stinkt verkokelt / nach verbranntem Holz/Papier/Plastik
- Glas färbt sich zuerst schwarz, dann braun, dann gelb und ganz oben beige
- Es bilden sich Kondenstropfen
- Es wird fest
- Es raucht gelb und wird gasförmig
- Rauch bleibt im Gefäß

Erklärungen:

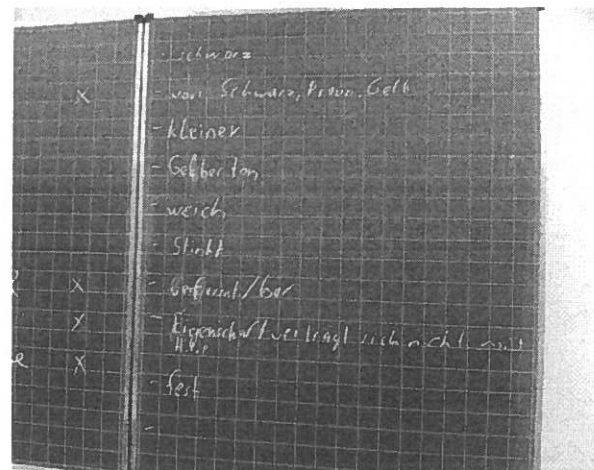
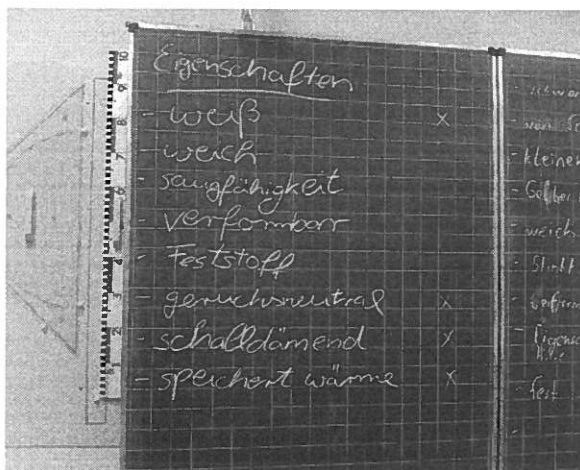
Feld 9: Ist das, was jetzt da ist, noch Watte?
 Wenn ja oder nein, warum?

- Schwarze verkokelte Watte
- Verfärbte Watte
- Asche mit verbrannten Watteresten
- Verbrannte Watte, denn wenn man Asche berührt, zerfällt sie
- Keine Watte mehr
- Ja, es war vorher auch schon Watte
- Ja, ist nur erhitzt worden
- Ja, sie hat nur eine runde Form
- Schwarze Watte, keine weiße mehr
- Nein, es ist ein zusammenhängender Ascheklumpen, der verformbar und weich ist

- Watte, weil sie verformbar und weich ist
- Es ist noch Watte, aber sie verliert einige Eigenschaften und ist mit Acrylamid besetzt
- Keine Watte mehr, denn sie hat nicht mehr die gleichen Eigenschaften wie die vorige.
- Keine Watte mehr, weil man von Watte keine schwarzen Finger bekommt.

Feld 10: Gibt es Eigenschaften, die an der Tafel stehen, die man wegstreichen kann, so dass es immer noch Watte ist?

Die vier Eigenschaften an der linken Tafelhälfte, die angekreuzt sind, wurden von den Schülerinnen genannt:



Feld 11: Gibt es zwischen dem Versuch von letzter Woche Gleichheiten, Gemeinsamkeiten, Ähnlichkeiten, ist etwas umgekehrt, anders oder hat es nichts miteinander zu tun?

- Gelbe Farbe
- Bis auf die gelbe Farbe ist es etwas ganz anderes
- Beide Male ändern sich die Farben
- Keine Gemeinsamkeit
- Es hat nichts miteinander zu tun
- Es ist etwas anderes, weil keine verschiedenen Stoffe dabei sind und es nicht flüssig ist
- Beides ändert die Farbe aber das eine ist flüssig und das andere nicht
- Ähnlichkeit
- Es ändert die Farbe ohne wirkliche Berührung
- Der Stoff wird gefiltert wie beim Kaffeefilterversuch

Feld 12: offene Fragen

- Warum ist der Rauch gelb (wenn die Watte weiß ist)?
- Warum wird es schwarz?
- Was passiert, wenn die Watte vor dem Brennen nass ist?
- Warum brennt die Watte nicht völlig ab?
- Was für ein Stoff bildet sich, wenn man die Watte erhitzt?
- Ist eine Gemeinsamkeit zwischen der Watte und dem Gelben?
- Was würde geschehen, wenn man die Watte noch länger in dem Reagenzglas halten würde?
- Warum wird es durch und durch schwarz?

- Warum wird das Glas gelb?
- Kann man die Watte auch noch ohne Hitze verändern?
- keine Fragen

Weitere Betrachtung

Durch die starke Lenkung des Lehrers kann man das Gespräch anfänglich nicht als neosokratisch bezeichnen. Gegen Ende der Phase B wird es durch die Durchführung der Variationsexperimente wieder offener.

Es wird darauf verzichtet, eine schriftliche Arbeitsanleitung oder ein Arbeitsblatt vorzulegen und es erfolgt die Versuchsanleitungen in der Initiationsphase durch eine kurze Vorführung durch den Lehrer. → Ex Anl

Es wurden verschiedene Variationsexperimente durchgeführt. → Ex Bed

Es zeigen sich in der Tendenz so **viele** Verstehensgeburten, wie es Schülerinnen gibt. → Verst Ind

Verteilung der Einzeläußerungen, die auf einen wagenscheinschen Unterricht im oben beschriebenen Sinne hindeuten (GSE – genetisch-sokratisch-exemplarisch)

Phase	Pyrolyse von Zellulosewatte 8b	
A	SK3:1 SB:3 SD:11 SV:1 Summe S:87 LM:7 LF5:2 LV:0 LInit:0 Summe L:79	
	GA	
	Gruppe1	Gruppe2
	SK3:0 SB:0 SD:1 SV:0 Summe S:30	SK3:0 SB:3 SD:6 SV:0 Summe S:73
B	SK3:3 SB:8 SD:16 SV:0 Summe S:207 LM:25 LF5:4 LV:1 LInit:0 Summe L:124	

Reaktion von Kupfer und Schwefel 8b (05/06)

Anlage der Doppelstunde

Die Sozialform wechselt zwischen Klassengespräch und Gruppenarbeit:

Phase	Sozialform
A	Klassengespräch frontal - die Schülerinnen sitzen an den Gruppentischen, blicken allerdings alle nach vorne
G1A und G2A (gleichzeitig)	Gruppenarbeit in allen vier Gruppen, von denen nur G1 und G2 videographiert werden.
B	Klassengespräch im Kreis

Bei den Versuchen und im Gespräch können sich alle Schülerinnen gegenseitig sehen. Damit ist eine organisatorische Voraussetzung für ein sokratisches Gespräch geschaffen.

Anlage des Experimentes

Die Anlage des Experimentes ist identisch mit der aus der entsprechenden Stunde in der Klasse 8a und wurde dort beschrieben. → Ex Ein

Das Phänomen erzeugt eine Fragehaltung, die Fragen werden durch die Schülerinnen in Gruppe 2 geäußert (123G1A, 136G1A, 187G2A) → Fra

Durchführung

Phase A

Die Durchführung der ersten Phase ist mit der entsprechenden Stunde in der Parallelklasse identisch: der Lehrer zeigt zwei Folien mit den Ergebnissen der vorangegangenen Versuche, um diese in Erinnerung zu rufen. Dann zeigt er den Schülerinnen die zwei Stoffe, die sie sofort wiedererkennen (8A). Zur Einleitung des Experimentes nimmt der Lehrer Bezug auf den Versuch, ein Kupfer-Schwefel-Gemisch zu trennen, bei dem ein Schüler vorgeschlagen hatte, das Gemisch zu erwärmen (11A). Er gibt beide Stoffe in das Reagenzglas und fordert die Schülerinnen auf, ihre Hypothesen zu formulieren. Danach äußern sie ihre Hypothesen im Kreisgespräch.

Phase G1A und Phase G2A

Die Schülerinnen führen den Versuch in den Kleingruppen durch und formulieren ihre Wahrnehmungen auf dem Arbeitsblatt. Sie artikulieren dabei auch spontan Vermutungen und diskutieren lebhaft darüber (97G1Aff. und 175G2Aff.). Während des Versuchs sind alle Schülerinnen in beiden Gruppen sehr aufmerksam beim Beobachten des Experiments und aktiv am Gespräch beteiligt.

Phase B

Zeitlicher Ablauf dieser Phase

Zu Beginn dieser Phase formulieren die Schülerinnen ihre Wahrnehmungen und verwenden dabei häufig ihre eigenen Wörter (307B, 308B, 309B). Währenddessen kommt in der Klasse das Bedürfnis auf, den Versuch noch einmal im Plenum zu wiederholen (359B). Daraufhin führt der Lehrer den Versuch noch einmal in der Mitte des Kreises durch. Wie bei der Beschreibung der entsprechenden Stunde schon bemerkt hat dies auch den Grund, dass das Phänomen in der ganzen Lerngruppe anwesend sein soll.

Dabei ist das Gespräch inhaltlich sehr dicht und die Schülerinnen sind sehr lebhaft daran beteiligt. Der Lehrer versucht, das Gespräch sokratisch zu lenken (432B, 438B, 440B) greift

aber an einer Stelle stark inhaltlich steuernd ein, indem er die Eigenschaften der Stoffe benennen lässt (471B). Insofern kann das Gespräch zwar größtenteils, aber eben nicht durchgängig als sokratisches Gespräch bezeichnet werden.

Dabei ist ein Wachstum des Wissens bei den Schülerinnen zu erkennen, das heißt die Schülerinnen knüpfen von selbst an vorgenannte Beiträge an und mit diesen Anknüpfungen ist auch ein Fortschreiten der Argumentation verbunden.

Die Zeit zum Experimentieren ist sehr großzügig bemessen und es wird darauf verzichtet, auch indirekt, Lösungen vorzugeben. → Ex Bed

Der Lehrer fragt nach, so dass die Schülerin es selbst finden kann. Die wesentlichen Schritte werden schriftlich fixiert und die Stellen, über die ein Konsens erzeugt wurde, markiert. Der Lehrer verzichtet über die ganze Doppelstunde hinweg auf unnötiges Gängeln.

Phasendiagramm: Phase B

Dieses Diagramm ist aus Gründen der Übersichtlichkeit hier nicht abgedruckt; es findet sich im Anhang *Phasendiagramme*.

Inhalt

Folgende Auffassungen haben sich herausgebildet:

- Es hat eine chemische Reaktion stattgefunden.
- Kupfer hat sich entzündet.
- Es hat sich zersetzt.
- Kupfer ist hart geworden.
- Es haben sich die Farben der Stoffe geändert.
- Es ist auch Ruß entstanden.
- Es sind zum Schluss zwei Stoffe da.
- Es sind zum Schluss drei Stoffe da.
- Es sind zum Schluss vier Stoffe da.
- Es sind zum Schluss fünf Stoffe da.
- Es sind zum Schluss sieben Stoffe da.

Der Lehrer

Durch die im Kapitel über das Verstehen von Chemie geschilderte Problematik, dass ein Stoffgemenge wie in den vorigen Unterrichtsstunden auch, selbst als Stoff aufgefasst wird, hat der Lehrer selbst für eine begriffliche Unschärfe gesorgt, die sich in dieser Stunde niederschlägt, wie die Aussagen von Fabian, der dadurch auf eine Anzahl von sieben Stoffen im Reagenzglas kommt, deutlich machen.

Verteilung der Einzeläußerungen, die auf einen wagenscheinschen Unterricht im oben beschriebenen Sinne hindeuten (GSE – genetisch-sokratisch-exemplarisch)

Phase	Kupfer und Schwefel 8b	
A	SK3:3	
	SB:0	
	SD:3	
	SV:14	
	Summe S:76	
	LM:2	
	LF5:0	
	LV:0	
	LInit:0	
	Summe L:47	
GA	Gruppe1	Gruppe2
	SK3:0	SK3:0
	SB:2	SB:2
	SD:4	SD:4
	SV:4	SV:18
	Summe S:65	Summe S:153
B	SK3:8	
	SB:3	
	SD:27	
	SV:3	
	Summe S:243	
	LM:40	
	LF5:3	
	LV:3	
	LInit:0	
	Summe L:171	

Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse

Vom Aufbau und von den Experimenten her sind die Stunden so angelegt, dass ein genetisch-sokratisch-exemplarischer Unterricht möglich ist. Der Wechsel der Sozialform von den Gruppenarbeitsphasen zu den Kreisgesprächen in der ganzen Klasse schafft den organisatorischen Rahmen für die Durchführung von sokratischen Gesprächen. Lediglich in der Probe-Einzelstunde zum Thema *Chromatographie* in der Klasse 8b

2005	11	002	1. Einzelstunde 8b (05/06) (Probeaufnahme und Chromatographie)
------	----	-----	--

blieb für einen sokratisches Gespräch zur Deutung der Versuchsergebnisse nicht mehr genügend Zeit.

Die Experimente sind alle so ausgewählt, dass sie als Initiationsexperimente dienen können. Wie sich gezeigt hat, wurde jedoch seitens des Lehrers im Vorfeld des Unterrichts durch die Unschärfen bei der Einführung der Stoffbegriffs eine Ursache für Missverständnisse gelegt.

In der Durchführung der Stunden zeigte sich, dass die Schülerinnen sehr schnell bereit waren, sich auf diese Form des Unterrichts einzulassen. Sie zeigten keine Scheu, sich im Dialekt sowohl mündlich als auch schriftlich zu äußern und verwendeten oft eigene Wörter, um ihre Hypothesen, Wahrnehmungen und Deutungen zu beschreiben. Auch waren sie sehr schnell in

der Lage, Gesprächsfäden aufzunehmen, Gedankengänge weiterzuführen und neue Ideen mit einzubringen und auch in der Diskussion zu verteidigen.

Der Lehrer konnte die Aufmerksamkeit auf das Phänomen hin gut bündeln und somit im wagenscheinschen Sinne als Initiator auftreten, hatte allerdings öfter Mühe, aus der Rolle des Aushandelnden eines Ergebnisses heraus zu treten und sich als Moderator des Gesprächs zu verstehen. Von der Dramaturgie des Vorführens her sind die pantomimischen Versuchsanleitungen gut gelungen, die beobachtbaren Effekte beim Versuch mit Kupfer und Schwefel hätten jedoch noch deutlicher ausfallen können.

Auch wenn der Lehrer erklärte, an den Auffassungen der Schülerinnen interessiert zu sein und auch über längere Zeiträume hinweg das Gespräch moderierend lenkte, gab es doch immer wieder Phasen, in denen er sich direkt inhaltlich äußerte und dadurch klar auf ein Ergebnis hin steuerte, wie bei der Zusammenfassung der Eigenschaften der Reaktionsprodukte bei der Pyrolyse von Zellulosewatte und bei der Verengung der Deutungen auf die Anzahl der Reaktionsprodukte beim Golddünenversuch und bei der Kupfersulfidsynthese in der Klasse 8b. Die Vermischung von Stoffbegriff und Materialbegriff seitens des Lehrers beim Versuch mit der Watte ist als fachlicher Fehler zu werten.

Dennoch traten während der Gespräche auch die Anteile, in denen der Lehrer in den fragend-entwickelnden Stils verfiel, in den Dienst der Förderung des individuellen Verstehens der Schülerinnen.

Von der Häufigkeitsverteilung her hielten sich die Einzeläußerungen des Lehrers, mit denen er klar als Moderator des Gesprächs auftrat, ziemlich die Waage mit denen, in denen er eher als Aushandelnder des Ergebnisses fungierte. Die Anzahl der Äußerungen der Schülerinnen, in denen sie ihre eigenen Wörter oder Beziehungs- oder Vergleichswörter verwenden, ist relativ hoch, allerdings auch die, in denen sie doch die Autorität des Lehrers in der Sache suchen. In den Kreisgesprächen ist der Anteil der Lehreräußerungen insgesamt meist etwas niedriger als der Anteil der Schüleräußerungen, dies zeigt, dass der Lehrer versucht, sich in seinen Äußerungen eher zurückzuhalten.

Inwieweit gelingt es, die Ziele eines genetisch-sokratisch-exemplarischen Unterrichts in den einzelnen Doppelstunden umzusetzen?

	Inwieweit gelingt die Umsetzung?	Begründungen
Chromatographie 8a und 8b	Diese Stunden dienen als Probe, um die Unterrichtsform kennen zu lernen und einzuüben	
Golddünen 8a	Stunde zeigt Ansätze eines genetisch-sokratisch-exemplarischen Unterrichts	Aufbau und Anlage der Doppelstunde ermöglicht genetisch-sokratisch-exemplarischen Unterricht, das Experiment erfüllt die Kriterien eines Initiationsexperiments, so dass es als exemplarisch bezeichnet werden kann.
		<p>Einzeläußerungen in der Gesprächsphase, die auf einen genetisch-sokratisch-exemplarischen Unterricht schließen lassen:</p> <p>SK3:22 SB:15 SD:19 SV:4 alle S:251 LM:45 LF5:12 LV:4 Linit:2 alle L:186</p> <p>Die Schülerinnen bemühen sich, die richtigen, eigenen Worte für die Beschreibung zu finden und das Phänomen zu deuten. Sie suchen die Autorität des Lehrers, um für sich den Sachverhalt zu klären, wobei der Lehrer jedoch zum abwägen veranlasst.</p> <p>Das Erscheinen der <i>Golddüne</i> spricht sie ästhetisch sehr an. Während sie ihre Wahrnehmungen notieren, sind sie sehr schnell mit anderen Gesprächsthemen beschäftigt, konzentrieren sich jedoch dann wieder auf den Versuch.</p> <p>Obwohl der Lehrer vor allem in den Anfangsphasen das Gespräch in der Klasse eng führt, macht er deutlich, dass es ihm um die unterschiedlichen Auffassungen der Schülerinnen geht. In mehreren Phasen ist bei den Schülerinnen ein Wachstum des Wissens zu erkennen, das heißt sie knüpfen von selbst an vorgenannte Beiträge an und mit diesen Anknüpfungen ist ein Fortschreiten der Argumentation verbunden. Damit sind hier Ansätze eines genetischen Lehrgangs festzustellen.</p> <p>Das Gespräch ist inhaltlich an einigen Stellen sehr dicht und „zerfasert“ nur teilweise. Das Initiationsphänomen ruft tiefgehendes Staunen hervor und erweckt den Wunsch nach einer forschenden Tätigkeit. Es spricht die Sinne an und es ist ästhetisch ansprechend. Insofern sind in diesen Phasen Ansätze eines neosokratischen Gesprächs zu erkennen.</p> <p>Wie in der ersten Stunde wird auch hier darauf verzichtet, eine schriftliche Arbeitsanleitung oder ein Arbeitsblatt vorzulegen. Die Versuchsanleitungen in der Initiationsphase oder punktuell bei der Einführung von Variationsmöglichkeiten erfolgen durch mündliche Mitteilungen durch den Lehrer.</p> <p>Die Ausgangsbedingungen sind offen, es werden aus der Diskussion heraus Variationsexperimente vorgeschlagen und durchgeführt. Die Zeit zum Experimentieren ist großzügig bemessen und es wird darauf verzichtet, Lösungen vorzugeben.</p>

	Inwieweit gelingt die Umsetzung?	Begründungen
Goldtönen 8b	Umsetzung gelingt teilweise	Aufbau und Anlage der Doppelstunde ermöglicht genetisch-sokratisch-exemplarischen Unterricht, das Experiment erfüllt die Kriterien eines Initiationsexperiments, so dass es exemplarisch bezeichnet werden kann.
		Einzeläußerungen in der Gesprächsphase, die auf einen genetisch-sokratisch-exemplarischen Unterricht schließen lassen: SK3:23 SB:7 SD:31 SV:2 Summe S:273 LM:72 LF5:13 LV:5 LInit:6 Summe L: 329
		In der Diskussion entwickeln sich mehrere Argumentationsfäden, insgesamt hält sich der Lehrer mit inhaltlichen Äußerungen zurück, muss jedoch einige Schüler ermahnen, deren Aufmerksamkeit nachlässt
		Die Schülerinnen entwickeln vorgenannte Auffassungen weiter und schließen Variationsexperimente an.
		Es ist ein Wachstum des Wissens bei den Kindern zu erkennen, das heißt die Schülerinnen knüpfen von selbst an vorgenannte Beiträge an und mit diesen Anknüpfungen ist ein Fortschreiten der Argumentation verbunden. Insofern hat teilweise ein genetischer Lehrgang stattgefunden. Das Gespräch ist inhaltlich sehr dicht, „zerfasert“ jedoch phasenweise. Der Lehrer verengt das Gespräch mit der Frage nach der Anzahl der Stoffe sehr stark in eine Richtung, was der ansonsten relativ sokratisch gehaltenen Diskussion zuwiderläuft. Das Initiationsphänomen ruft bei beiden Gruppen tiefgehendes Staunen hervor und erweckt den Wunsch nach einer forschenden Tätigkeit? Es spricht es die Sinne an und ist ästhetisch ansprechend. Es wird darauf verzichtet, eine schriftliche Arbeitsanleitung oder ein Arbeitsblatt vorzulegen: Die Versuchsanleitung erfolgt in der Initiationsphase durch mündliche Mitteilung durch den Lehrer. Die Ausgangsbedingungen sind offen, die Zeit zum Experimentieren ist großzügig bemessen.

	Inwieweit gelingt die Umsetzung?	Begründungen
Pyrolyse von Zellulosewatte 8a	Kann weniger als wagenscheinlicher, als eher ein fragend-entwickelnder Unterricht mit wagenscheinlicher Zielsetzung aufgefasst werden	Aufbau und Anlage der Doppelstunde ermöglicht genetisch-sokratisch-exemplarischen Unterricht, das Experiment erfüllt die Kriterien eines Initiationsexperiments, so dass es exemplarisch bezeichnet werden kann.
		Einzeläußerungen in der Gesprächsphase, die auf einen genetisch-sokratisch-exemplarischen Unterricht schließen lassen: SK3:8 SB:7 SD:15 SV:5 Summe S:200 LM:32 LF5:0 LV:1 LInit:0 Summe L:110
		Der Lehrer zeigt zwar Interesse daran, dass die unterschiedlichen Meinungen der Schülerinnen geäußert werden, er steuert das Gespräch stark dadurch, dass er selbst häufig an vorgenannte Beiträge anknüpft und durch organisatorische und inhaltliche Äußerungen.
		Der Lehrer nimmt damit die Rolle des Wissensvermittlers im fragend-entwickelnden Unterricht ein, das heißt er tritt als Aushandelnder eines Ergebnisses auf. Die Aufmerksamkeitslenkung findet im Sinne von attention (Achtung! Verpasst nichts!) statt.
		Er weist direkt auf etwas hin, indem er es ausspricht, und strebt er einen einzigen Gedankengang an. Damit folgt der Verlauf des Gespräches den oben angeführten Kriterien eines neosokratischen Gesprächs im Großen und Ganzen nicht. Die Schülerinnen beteiligen sich trotz der engen Führung des Lehrers gut am Gespräch, es sie knüpfen häufig an vorgenannte Beiträge an und entwickeln sie weiter.

	Inwieweit gelingt die Umsetzung?	Begründungen
Pyrolyse von Zellulosewatte 8b	Teilweise kam ein sokratisches Gespräch zustande	Aufbau und Anlage der Doppelstunde ermöglicht genetisch-sokratisch-exemplarischen Unterricht, das Experiment erfüllt die Kriterien eines Initiationsexperiments, so dass es als exemplarisch bezeichnet werden kann.
		Einzeläußerungen in der Gesprächsphase, die auf einen genetisch-sokratisch-exemplarischen Unterricht schließen lassen: SK3:3 SB:8 SD:16 SV:0 Summe S:207 LM:25 LF5:4 LV:1 LInit:0 Summe L:124
		Durch die starke Lenkung des Lehrers kann man das Gespräch anfänglich nicht als neosokratisch bezeichnen. Gegen Ende der Phase B wird es durch die Durchführung der Variationsexperimente wieder offener.
		Es wird darauf verzichtet, eine schriftliche Arbeitsanleitung oder ein Arbeitsblatt vorzulegen und es erfolgt die Versuchsanleitungen in der Initiationsphase durch eine kurze Vorführung durch den Lehrer. Es wurden verschiedene Variationsexperimente durchgeführt. Es zeigen sich in der Tendenz so viele Verstehensgeburten, wie es Schülerinnen gibt.

	Inwieweit gelingt die Umsetzung?	Begründungen
Reaktion von Kupfer und Schwefel 8a	Ziele konnten im allgemeinen gut umgesetzt werden, auch wenn der Unterricht teilweise noch fragend-entwickelnd war	Aufbau und Anlage der Doppelstunde ermöglicht genetisch-sokratisch-exemplarischen Unterricht, das Experiment erfüllt die Kriterien eines Initiationsexperiments, so dass es als exemplarisch bezeichnet werden kann.
		Einzeläußerungen in der Gesprächsphase, die auf einen genetisch-sokratisch-exemplarischen Unterricht schließen lassen: SK3:10 SB:0 SD:6 SV:4 Summe S:118 LM:50 LF5:0 LV:1 LInit:1 Summe L:93
		Die Schülerinnen formulieren ihre Wahrnehmungen und verwenden dabei häufig ihre eigenen Wörter. Dabei ist das Gespräch inhaltlich sehr dicht und die Schülerinnen knüpfen oft an Beiträge der anderen Schülerinnen an und führen dabei den Gedankengang weiter.
		Dabei ist ein Wachstum des Wissens bei den Schülerinnen zu erkennen, das heißt die Schülerinnen knüpfen von selbst an vorgenannte Beiträge an und mit diesen Anknüpfungen ist auch ein Fortschreiten der Argumentation verbunden. Insofern kann das Gespräch als ein überwiegend genetischer Lehrgang angesehen werden, da auch das Gespräch von Lehrerseite aus oft sokratisch gelenkt wird und sich der Lehrer auch von der Häufigkeit seiner Äußerungen her eher versucht zurückzuhalten. Die Zeit zum Experimentieren ist sehr großzügig bemessen und es wird darauf verzichtet, auch indirekt, Lösungen vorzugeben. Der Lehrer fragt nach, so dass die Schülerin es selbst finden kann. Er stellt die Schülerinnen-Gedankengänge gegeneinander und veranlasst zum Abwägen. Die wesentlichen Schritte werden schriftlich fixiert und die Stellen, über die ein Konsens erzeugt wurde, markiert. Der Lehrer verzichtet über die ganze Doppelstunde hinweg auf unnötiges Gängeln.

	Inwieweit gelingt die Umsetzung?	Begründungen
Reaktion von Kupfer und Schwefel 8b	Ziele konnten im allgemeinen gut umgesetzt werden, auch wenn der Unterricht teilweise noch fragend-entwickelnd war	Aufbau und Anlage der Doppelstunde ermöglicht genetisch-sokratisch-exemplarischen Unterricht, das Experiment erfüllt die Kriterien eines Initiationsexperiments, so dass es als exemplarisch bezeichnet werden kann.
		Einzeläußerungen in der Gesprächsphase, die auf einen genetisch-sokratisch-exemplarischen Unterricht schließen lassen: SK3:8 SB:3 SD:27 SV:3 Summe S:243 LM:40 LF5:3 LV:3 LInit:0 Summe L:171
		Das Gespräch ist inhaltlich sehr dicht und die Schülerinnen sind sehr lebhaft daran beteiligt. Der Lehrer versucht, das Gespräch sokratisch zu lenken greift aber an einer Stelle stark inhaltlich steuernd ein, indem er die Eigenschaften der Stoffe benennen lässt. Insofern kann das Gespräch zwar größtenteils, aber eben nicht durchgängig als sokratisches Gespräch bezeichnet werden.
		Dabei ist ein Wachstum des Wissens bei den Schülerinnen zu erkennen, das heißt die Schülerinnen knüpfen von selbst an vorgenannte Beiträge an und mit diesen Anknüpfungen ist auch ein Fortschreiten der Argumentation verbunden. Die Zeit zum Experimentieren ist sehr großzügig bemessen und es wird darauf verzichtet, auch indirekt, Lösungen vorzugeben. Der Lehrer fragt nach, so dass die Schülerinnen die Antworten selbst finden können. Die wesentlichen Schritte werden schriftlich fixiert und die Stellen, über die ein Konsens erzeugt wurde, markiert. Der Lehrer verzichtet auch in dieser Stunde weitgehend auf unnötiges Gängeln.

Insgesamt können die Stunden zur Chromatographie in beiden Klassen, wie intendiert, als Probe gewertet werden, um diese Unterrichtsform kennen zu lernen und einzuüben.

Die Doppelstunde zum Golddünenversuch in der Klasse 8a zeigt *Ansätze eines genetisch-sokratisch-exemplarischen Unterrichts*, in der Klasse 8b *gelingt die Umsetzung teilweise*.

In der Doppelstunde zur Pyrolyse von Zellulosewatte *konnte* der Unterricht in der Klasse 8a *weniger als ein wagenscheinscher Unterricht aufgefasst werden*, in der Klasse 8b wurde das Gespräch gegen Ende offener, so dass *teilweise ein sokratisches Gespräch zustande kam*.

Die Doppelstunden zur Kupfersulfidsynthese konnten die genetisch-sokratisch-exemplarischen Ziele am besten umsetzen, auch wenn der Lehrer das Gespräch in beiden Klassen manchmal zu eng führte.

1.2 An welchen Stellen geht der gehaltene Unterricht über die Wagenscheindidaktik hinaus?

Hat Wagenschein seine genetisch-sokratisch-exemplarische Didaktik vorwiegend für den Physik- und Mathematikunterricht konzipiert und auch Erwägungen über das exemplarische Prinzip im Biologieunterricht angestellt, so wurde hier der Nachweis erbracht, dass es auch im Chemieunterricht Möglichkeiten gibt, einen Unterricht im Wagenscheinschen Sinne, der dem Verstehen den Vorrang einräumt, durchzuführen.

Der Einbau von Kleingruppenexperimenten ist dabei eine Möglichkeit dem Prinzip der Selbsttätigkeit gerecht zu werden und den Schülerinnen so die Möglichkeit zu geben vor dem sokratischen Gespräch dem Phänomen unmittelbar zu begegnen. Das Experiment kann zu Beginn der Gesprächsphase noch einmal im Plenum wiederholt werden.

Ging Wagenschein immer von einem Verstehensprozess in der Gruppe aus so wurde bei dieser Unterrichtssequenz von vornherein davon ausgegangen, dass es in der Tendenz so viele Verstehensgeburten gibt wie Schülerinnen in der Klasse.

Nach dieser Unterrichtssequenz wurde zur Reflexion ein Metagespräch im Sinne von Gustav Heckmann durchgeführt. Dieses Metagespräch wurde ebenfalls videographiert und orientierte sich an folgenden Leitfragen:

Fragen zur Auswertung

1. Hast du dich in den Gesprächsrunden wohl gefühlt? Woran lag das?
2. Wie fandest du die Gesprächsrunden im Stuhlkreis?
3. Waren die Gespräche für Dich ergiebig?
4. **Was** haben sie gebracht?
5. Waren die Gespräche hilfreich für das Verstehen?
6. Wie fandest du es, dass der Lehrer nicht gesagt hat „wie es ist“?
7. Sollte diese Form des Unterrichts noch mal stattfinden?
 - Ja, immer.
 - Ja, aber nur ab und zu.
 - Nein, lieber nicht.

Begründe deine Antwort.

Die Evaluation der Metagespräche findet Eingang in die Beantwortung der **vierten Forschungsfrage** (Inwieweit ist das vertiefte Verstehen auf die Wagenscheindidaktik zurückzuführen?) und wird daher dort ausführlich behandelt. An dieser Stelle ist nur wichtig, festzustellen, dass jeweils ein Metagespräch zum Beschluss der Unterrichtseinheit stattgefunden hat. Insofern geht der Unterricht an dieser Stelle über die Wagenscheindidaktik hinaus.

1.3 Zusammenfassung

Insgesamt lässt sich feststellen, dass die Unterrichtssequenz komplett auf der Grundlage der Wagenscheindidaktik konzipiert ist. Die Experimente sind so angelegt, dass sie als Initiationsexperimente dienen können und sie haben im Unterricht auch auf die Schülerinnen ästhetisch ansprechend gewirkt und ein Staunen über Rätselhaftes und Unerwartetes hervorgerufen. Letzteres gilt vor allem für den *Golddünenversuch*.

Von der Anlage her ist auch in allen Stunden genügend Zeit eingeplant, dass sich die Schülerinnen mit dem Phänomen auseinandersetzen können und dass ein sokratisches Gespräch möglich werden kann. Der Unterricht geht von seiner Anlage her insofern über die Wagenscheindidaktik hinaus, als ein Metagespräch durchgeführt wird.

Schwierigkeiten in der Umsetzung eines genetisch-sokratisch-exemplarischen Unterrichts liegen vor allem im Auftreten des Autors als sokratischem Lehrer begründet. Ausgehend vom fragend-entwickelnden Unterricht konnte er die Rolle des Lehrers als *Moderator eines Gesprächs* nur teilweise annehmen und verfiel immer wieder in die Rolle des Lehrers als *Aushandelnder eines angestrebten Ergebnisses*. Dies ist vor allem als Anfängerproblem zu bewerten, was sich auch daran zeigt, dass der Lehrer sich im Verlaufe der Unterrichtssequenz mehr und mehr von seinem angestammten klassischen Unterrichtsverhalten freimachen konnte. Es wird jedoch noch vieler Übung und Erfahrung bedürfen, um in die Rolle eines sokratischen Lehrers hineinzuwachsen.

Der Autor kommt so zu dem Schluss, dass der Unterricht ***nur teilweise als wagenscheinscher Unterricht bezeichnet werden kann***, eher trifft wohl die Bezeichnung ***fragend-entwickelnder Unterricht mit zunehmend genetisch-sokratisch-exemplarischen Elementen*** zu.

Dennoch haben sich in den Gesprächen schon Prozesse abgespielt, die die Tür zu einem Ermöglichen von *Vertieftem Verstehen* weit aufgestoßen haben, so dass das Sich-auf-den-Weg-machen, trotz der nur teilweise gelingenden Umsetzung als großer Gewinn gewertet werden kann, wie sich in der Beantwortung der folgenden Forschungsfragen zeigen wird.

Im folgenden Abschnitt richtet sich der Blick weg vom Unterrichtsphänomen auf das Lernphänomen, indem die zweite Forschungsfrage beantwortet wird:.

2. Forschungsfrage 2: Welche Variationen im Verstehen des chemischen Grundbegriffs Chemische Reaktion lassen sich feststellen?

2.1 Rekonstruktion der Verständnisinhaltsklassen zum Thema Chemische Reaktion

2.2 Phänomenographische Kartierung des Verständnisspektrums Chemische Reaktion

2.1. Rekonstruktion der Verständnisinhaltsklassen zum Thema Chemische Reaktion – Darstellung der Ergebnisse

Die Fragestellung, welcher Art die in der Unterrichtssequenz wahrgenommenen Phänomene sind, ist eine Fragestellung, die aus der Perspektive erster Ordnung gestellt wird und die sich mit dem Phänomen der chemischen Reaktion beschäftigt.

Die Frage jedoch, was die Schülerinnen über die Ursache der in der Unterrichtssequenz wahrgenommenen Phänomene denken, ist eine Frage, die aus einer Perspektive zweiter Ordnung gestellt wird und die sich mit verschiedenen Zugangs-, Erlebens- und Verstehensweisen des Phänomens der chemischen Reaktion beschäftigt.

Die inhaltlichen Äußerungen der Schülerinnen zur *Deutung der beim Experiment wahrgenommenen Phänomene* wurden den Transkripten der einzelnen Unterrichtsstunden, den Protokollblättern, die von den Schülerinnen während der Stunden geführt wurden, sowie den halbstandardisierten Fragebögen, die am Ende der Unterrichtseinheit von jeder Schülerin beantwortet wurden, entnommen. Dabei bezieht sich die Betrachtung auf die jeweils drei Doppelstunden in den beiden Parallelklassen, in denen das Thema *Chemische Reaktion* behandelt wurde:

2005	11	003	2. Doppelstunde 8a (05/06) (Golddünen)
2005	11	004	2. Doppelstunde 8b (05/06) (Golddünen)
2005	12	001	3. Doppelstunde 8a (05/06) (Pyrolyse von Zellulosewatte)
2005	12	002	3. Doppelstunde 8b (05/06) (Pyrolyse von Zellulosewatte)
2005	12	003	4. Doppelstunde 8a (05/06) (Reaktion von Kupfer und Schwefel)
2005	12	004	4. Doppelstunde 8b (05/06) (Reaktion von Kupfer und Schwefel)

Für die phänomenographische Forschung ist es zunächst unerheblich, die Äußerungen der Schülerinnen mit den Etikett „wahr“ oder „falsch“ zu bezeichnen, sondern es kommt ihr zunächst darauf an, nur die unterschiedlichen möglichen Argumentationsmuster bei der Deutung des Phänomens *Chemische Reaktion* herauszustellen (Vergl. Orgill 2002, Orgill 2007 und Orgill o.J.).

Die Anlage der Stundenthemen wurde, wie im Kapitel über die Durchführung der Untersuchung beschrieben, so vorgenommen, dass ein möglichst weiter Horizont aufgespannt wird und somit die Bedingungen der Möglichkeit für alle Variationstypen an Argumentationsmustern gegeben sind. Aus diesem Grund werden die insgesamt sechs Doppelstunden in beiden Klassen bei der Zusammenschau der Argumentationsmuster nicht separat, sondern als Gesamtheit betrachtet.

Die Aufgabe der Phänomenographie erschöpft sich jedoch nicht in der reinen Deskription unterschiedlicher Argumentationsmuster, sondern sie arbeitet deren zugrundeliegende Bedeutungen heraus, von denen einige fundamentaler sind als andere (Vergl.: Marton 1981, S. 190). Die Untersuchung der Aussagen wird daher unter drei Beschreibungsaspekten durchgeführt¹⁵³:

¹⁵³ Damit ist der Gang der Untersuchung, wie erwähnt, strukturgleich zu der von Lybeck, Marton, Strömdahl und Tullberg durchgeführten phänomenographischen Analyse. Vergl. auch: Lybeck et al. 2003 S.85. Im Unterschied zu den Untersuchungen zum „Molbegriff“ ist der Gegenstand der Untersuchung nicht die Analyse der

Die Ergebnisse der unter den ersten beiden Beschreibungsaspekten durchgeführten Untersuchung stellen die Beantwortung der zweiten Forschungsfrage dar:

- Die in den Klassen empirisch festgestellten Argumentationsmuster und der Ergebnisraum der Konzeptualisierungen (Verständnisinhaltsklassen)
- Die von den Schülerinnen gewählten Perspektiven

Die Ergebnisse der unter dem dritten Beschreibungsaspekt durchgeführten Untersuchung stellen dann die Beantwortung der dritten Forschungsfrage dar:

- Die Verortung der individuellen Verstehensprozesse auf der Kollektiven Landkarte der Argumentationsmuster, die Grenzstrukturen der Argumentationslinien und die daraus resultierende Einordnung der elf individuellen Verstehensprozesse in das Wagenscheinsche/Helmstadsche Schema der Rangstufen des Verstehens mit der Beschreibung der festgestellten Kompetenzen.

Die in den Klassen empirisch festgestellten Argumentationsmuster

Hierbei werden zunächst die argumentativ ausgehandelten Deutungen (Verstehen₃) aus den Transkripten der videographierten Unterrichtsstunden sowie aus den Protokollblättern, die von den Schülerinnen während der Stunden geführt wurden, und den halbstandardisierten Fragebögen, die am Ende der Unterrichtseinheit von jeder Schülerin beantwortet wurden, erfasst. Folgende Argumentationsmuster wurden empirisch festgestellt:

Golddünen Klasse 8a

- Gelb entsteht erst durch die Reaktion der 3 Stoffe.
- Die Farbe besteht aus zwei „Teilen“ und Stoff 3 bindet diese zwei Teile. Dadurch wird der Stoff gelb.
- Aus 1 und 2 entsteht die gelbe Farbe auch ohne Stoff 3.
- Die Farben müssen ja nicht schon vorhanden sein!
- In 1 und 2 sind die jeweiligen Farben (gelb) schon enthalten. Stoff 3 fördert sie nur.
- Im Inneren des Stoffs ist die Farbe gelb, aber mit bloßem Auge kann man sie nicht sehen.
- Jeder Stoff hat 1 Molekül
- Ich denke dass sich die Moleküle vom Gelben in den Stoffen finden.
- noch keine Vorstellung

Golddünen Klasse 8b

Frage: Wie kommt denn das, dass das gelb wird?

- Die Stoffe vermischen sich.
- Der Stoff wird gelb, weil er sich auflöst und die Farbe übrig bleibt, weil sie sich nicht auflösen kann.
- Wenn ich nicht weiß, was für Stoffe das sind, kann ich nicht antworten. Z.B.: Es nützt der Menschheit nichts, wenn ich eine wirksame Medizin erfinde, aber nicht weiß, wie ich sie hergestellt habe.
- Stoff 1, 2, 3 reagieren aufeinander, so entsteht der gelbe Stoff.
- In den weißen Stoffen sind vielleicht auch andere Partikel.
- Stoff 2 schützt sich vor dem in Wasser gelösten Stoff 1.

- Weil Stoff 1 + 2 + 3 eine chemische Reaktion auslösen.
- Weil Stoff 1 + 2 in Stoff 3 eine chemische Reaktion auslösen.
- Die Stoffe vermischen sich und verfärben sich dann.
- Ich weiß nicht, was für Stoffe es sind, vielleicht ist es eine chemische Reaktion.
- Weil die Stoffe eben so auf sich wirken.
- Wenn man nur 1 und 3 macht passiert nichts und bei 2 und 3 auch nichts.
- Wahrscheinlich erst wenn 1 und 2 zusammen kommen.
- Das Gelb ist in Stoff 2.
- Wie kann aus zwei weißen Stoffen und einem flüssigen eine gelbe Schicht entstehen? Vielleicht waren im Stoff ganz kleine Stoffe.
- Stoff 1 färbt sich nur durch Stoff 2 in Stoff 3.
- Ohne Stoff 2 passiert nichts.

Frage: Wie viele Stoffe befinden sich in der Petrischale nach dem Versuch?

- 1 Stoff: *Maximilian*
- 2 Stoffe: *Jan, Anne, Jessica* (Begründung) *Sebastian, Sven* Es sind aus drei Stoffen nur 2 geworden [d.h. Stoff 1 und Stoff 2 sind nun verschwunden]
- 3 Stoffe: *Silvan, Julia, Lukas, Julia K.* (Begründung) *Ines* (dto mit anderen Worten) *Sam, Sarah* In der Petrischale sind nur drei Stoffe: Stoff 1, Stoff 2 und Stoff 3. Auch wenn sie sich vermischt haben sind es immer noch 3. [Es kam nichts raus und nichts rein, also ist es noch gleich]
- 4 Stoffe: *Daniel, Yannik, Natalie N., Nathalie K., Lisa, Manuel, Manuel G., Diana* [Es ist der Stoff G hinzugekommen]
- 7 Stoffe: *Fabian*

Pyrolyse von Zellulosewatte Klasse 8a

- Durch die Hitze
- Ich denke, dass es der umgekehrte Vorgang von letzter Woche ist.
- Watte ist von einer Rußschicht umgeben.
- Watte hat sich umgewandelt (zu Kohlenstoff)
- Von der Watte bleibt ein Überbleibsel
- Es entsteht auch Wasser.
- Es entsteht nur ein Stoff.
- Es entstehen zwei Stoffe.
- Es entstehen drei Stoffe.
- Es entstehen vier Stoffe.

Pyrolyse von Zellulosewatte Klasse 8b

Frage: Ist das, was jetzt da ist, noch Watte? Wenn ja oder nein, warum?

- Schwarze verkokelte Watte
- Verfärbte Watte
- Asche mit verbrannten Watteresten
- Verbrannte Watte, denn wenn man Asche berührt, zerfällt sie
- Keine Watte mehr
- Ja, es war vorher auch schon Watte
- Ja, ist nur erhitzt worden
- Ja, sie hat nur eine runde Form
- Schwarze Watte, keine weiße mehr
- Nein, es ist ein zusammenhängender Ascheklumpen, der verformbar und weich ist

- Watte, weil sie verformbar und weich ist
- Es ist noch Watte, aber sie verliert einige Eigenschaften und ist mit Acrylamid besetzt
- Keine Watte mehr, denn sie hat nicht mehr die gleichen Eigenschaften wie die vorige.
- Keine Watte mehr, weil man von Watte keine schwarzen Finger bekommt.

Frage: Gibt es Eigenschaften, die an der Tafel stehen, die man wegstreichen kann, so dass es immer noch Watte ist?

Folgende vier Eigenschaften wurden von den Schülern als verzichtbare Eigenschaften bezeichnet:

- Weiß
- Geruchsneutral
- Schalldämmend
- Speichert Wärme

Folgende vier Eigenschaften wurden von den Schülern als unverzichtbare Eigenschaften bezeichnet:

- Weich
- Saugfähig
- Verformbar
- Fest

Reaktion von Kupfer und Schwefel Klasse 8a

- Schwefel fügt dem Kupfer „Brüchigmacher“ hinzu.
- Schwefel entzieht dem Kupfer den „Stabilisator“.
- Durch die Poren des Kupfers dringt Schwefel ein.
- Da das Kupfer unten mehr erhitzt wird, ist es dort leichter zerbrechlich.
- Es glüht von unten nach oben.
- Schwefel und Kupfer reagieren miteinander zu einem neuen Stoff.

Reaktion von Kupfer und Schwefel Klasse 8b

- Es hat eine chemische Reaktion stattgefunden.
- Kupfer hat sich entzündet.
- Es hat sich zersetzt.
- Kupfer ist hart geworden.
- Es haben sich die Farben der Stoffe geändert.
- Es ist auch Ruß entstanden.
- Es sind zum Schluss zwei Stoffe da.
- Es sind zum Schluss drei Stoffe da.
- Es sind zum Schluss vier Stoffe da.
- Es sind zum Schluss fünf Stoffe da.
- Es sind zum Schluss sieben Stoffe da.

2.2 Erster Materialdurchgang – Herauspräparieren der Argumentationsmuster

In einem ersten Materialdurchgang werden die den Schüleraussagen zugrundeliegenden Bedeutungen, die Argumentationsmuster, herausgearbeitet. Dabei werden nur die wörtlich in den Aussagen feststellbaren Bedeutungen betrachtet, es findet keine Interpretation oder Deutung statt.

Folgende Argumentationsmuster liegen den Auffassungen der Schülerinnen zur Deutung des Phänomens *Chemische Reaktion* zugrunde:

Golddünen 8a (G8a)

Bezeichnung	Deutung des Phänomens	Argumentationsmuster
G8a1	Gelb entsteht erst durch die Reaktion der 3 Stoffe.	Es ist ein Zusammenwirken der Stoffe erforderlich. Das Gelb ist nicht schon vorher vorhanden, es entsteht neu.
G8a2	Die Farbe besteht aus zwei „Teilen“ und Stoff 3 bindet diese zwei Teile. Dadurch wird der Stoff gelb.	Es ist ein Zusammenwirken der Stoffe erforderlich. Zwei Teile verbinden sich zur gelben Farbe. Es wird nicht gesagt, ob die Farbe auch ein Stoff ist. Es wird nicht gesagt, welcher Stoff gelb wird.
G8a3	Aus 1 und 2 entsteht die gelbe Farbe auch ohne Stoff 3.	Es ist ein Zusammenwirken der Stoffe erforderlich. Die Farbe entsteht neu. Es wird nicht gesagt, ob die Farbe auch ein Stoff ist.
G8a4	Die Farben müssen ja nicht schon vorhanden sein!	Es entsteht etwas Neues.
G8a5	In 1 und 2 sind die jeweiligen Farben (gelb) schon enthalten. Stoff 3 fördert sie nur.	Entweder ist die Farbe schon vorhanden und bleibt erhalten, sie wird nur für das menschliche Auge durch den Stoff 3 (destilliertes Wasser) sichtbar, oder aber es handelt sich bei dem in den Stoffe 1 und 2 vorhandenen um Protofarben. Die Farbe ist eine nicht konstitutive Eigenschaft der Stoffe, die Eigenschaft farbig liegt „unter“ der Ebene der Stoffe. Es bleibt etwas erhalten.
G8a6	Im Inneren des Stoffs ist die Farbe gelb, aber mit bloßem Auge kann man sie nicht sehen.	Die Farbe ist innen in den Stoffen, man kann sie nicht sehen. Beim Zusammenkommen der Stoffe wird sie dann freigelegt. Das bedeutet, dass es Farben gibt, die nicht sichtbar sind. Stoffe haben ein Außen und ein Innen.
G8a6	Im Inneren des Stoffs ist die Farbe gelb, aber mit bloßem Auge kann man sie nicht sehen.	Die Farbe ist innen in den Stoffen, man kann sie nicht sehen. Beim Zusammenkommen der Stoffe wird sie dann freigelegt. Das bedeutet, dass es Farben gibt, die nicht sichtbar sind. Stoffe haben ein Außen und ein Innen.
G8a7	Jeder Stoff hat 1 Molekül	Es besteht eine Partikelvorstellung
G8a8	Ich denke dass sich die Moleküle vom Gelben in den Stoffen finden	Es besteht eine Partikelvorstellung. Das Gelbe besteht aus Molekülen. Ein Zusammenkommen dieser Moleküle bewirkt die Entstehung der gelben Farbe. Die Moleküle bleiben erhalten. Teile der Farbe sind im Inneren der Stoffe. Stoffe haben ein Außen und ein Innen.
G8a9	noch keine Vorstellung	

Golddünen 8b (G8b)

Bezeichnung	Deutung des Phänomens	Argumentationsmuster
G8b1	Die Stoffe vermischen sich.	Das Gemisch hat eine andere Farbe als die Komponenten. Farbe ist keine Eigenschaft der Reinstoffe, sondern auf einer höheren Ebene angesiedelt.
G8b2	Der Stoff wird gelb, weil er sich auflöst und die Farbe übrig bleibt, weil sie sich nicht auflösen kann.	Die Farbe ist ein Teil des Stoffes, aber kein konstitutive Teil.
G8b3	Wenn ich nicht weiß, was für Stoffe das sind, kann ich nicht antworten. Z.B.: Es nützt der Menschheit nichts, wenn ich eine wirksame Medizin erfinde, aber nicht weiß, wie ich sie hergestellt habe.	Ich brauche mehr Information.
G8b4	Stoff 1, 2, 3 reagieren aufeinander, so entsteht der gelbe Stoff.	Das Gelbe ist ein neuer Stoff, der bei der Reaktion entsteht. Keine Aussage ob der Stoff eine Verbindung ist.
G8b5	In den weißen Stoffen sind vielleicht auch andere Partikel.	Partikelvorstellung; Farbe als Eigenschaften der Partikel. Diese bleiben erhalten.
G8b6	Stoff 2 schützt sich vor dem in Wasser gelösten Stoff 1.	Farbe als Schutzwall, den der eine Stoff gegen den anderen aufbaut. Stoff1 wird als der aktive, angreifende Stoff gesehen, Stoff 2 als der sich verteidigende Stoff. Farbe als Kennzeichen einer Wirkung, keine Aussage, ob die Farbe ein Stoff ist
G8b7	Weil Stoff 1 + 2 + 3 eine chemische Reaktion auslösen.	Das Zusammentreffen der drei Stoffe löst eine Reaktion aus, Gelbe Farbe als Zeichen dafür Keine Aussage, ob das Gelbe ein neuer Stoff ist
G8b8	Weil Stoff 1 + 2 in Stoff 3 eine chemische Reaktion auslösen.	Das Zusammentreffen der zwei Stoffe löst eine Reaktion aus, Gelbe Farbe als Zeichen dafür Keine Aussage, ob das Gelbe ein neuer Stoff ist
G8b9	Die Stoffe vermischen sich und verfärben sich dann.	Es entsteht eine Mischung, keine Aussage, ob sich nur ein Stoff färbt. Farbe als Teil eines Stoffes, aber kein maßgeblicher Teil.
G8b10	Ich weiß nicht, was für Stoffe es sind, vielleicht ist es eine chemische Reaktion.	Keine Aussage darüber, wie der Begriff der Reaktion gefüllt ist.
G8b11	Weil die Stoffe eben so auf sich wirken.	Farbe als Kennzeichen einer Wirkung. Keine Aussage, ob das Gelbe ein neuer Stoff ist.
G8b12	Wenn man nur 1 und 3 macht passiert nichts und bei 2 und 3 auch nichts.	Nur Beobachtung aus dem ersten Teil des Versuches.
G8b13	Wahrscheinlich erst wenn 1 und 2 zusammen kommen.	Farbe als Kennzeichen einer Wirkung, Keine Aussage, ob das Gelbe ein neuer Stoff ist
G8b14	Das Gelb ist in Stoff 2.	Farbe als Bestandteil eines Stoffes. Stoffe haben ein Außen und ein Innen. Der Bestandteil Gelb bleibt erhalten.
G8b15	Wie kann aus zwei weißen Stoffen und einem flüssigen eine gelbe Schicht entstehen? Vielleicht waren im Stoff ganz kleine Stoffe.	Vorstellung von Partikeln, die für die Gelbfärbung verantwortlich sind. Diese bleiben erhalten. Stoffe haben ein Außen und ein Innen.
G8b16	Stoff 1 färbt sich nur durch Stoff 2 in Stoff 3.	Ein Stoff färbt sich, die Farbe ist kein charakteristischer Bestandteil eines Stoffes
G8b17	Ohne Stoff 2 passiert nichts.	Farbe als Kennzeichen einer Wirkung.

Pyrolyse von Zellulosewatte 8a (W8a)

Bezeichnung	Deutung des Phänomens	Argumentationsmuster
W8a1	Durch die Hitze	Energie/Wärme als Ursache für die Reaktion
W8a2	Ich denke, dass es der umgekehrte Vorgang von letzter Woche ist.	Zusammenkommen/Verbindung $\leftarrow \rightarrow$ Spaltung
W8a3	Watte ist von einer Rußschicht umgeben.	Es entsteht eine Mischung, auf der Watte bildet sich oberflächlich ein schwarzer Niederschlag (Ruß)
W8a4	Watte hat sich umgewandelt (zu Kohlenstoff)	Stoffumwandlung, ein Reaktionsprodukt ist Kohlenstoff
W8a5	Von der Watte bleibt ein Überbleibsel	Watte wandelt sich um trotzdem bleibt etwas erhalten
W8a6	Es entsteht auch Wasser.	Mindestens ein neuer Stoff entsteht
W8a7	Es entsteht nur ein Stoff.	ein neuer Stoff entsteht
W8a8	Es entstehen zwei Stoffe.	zwei neue Stoffe entstehen
W8a9	Es entstehen drei Stoffe.	drei neue Stoffe entstehen
W8a10	Es entstehen vier Stoffe.	vier neue Stoffe entstehen

Pyrolyse von Zellulosewatte 8b (W8b)

Frage: Ist das, was jetzt da ist, noch Watte? Wenn ja oder nein, warum?

Bezeichnung	Deutung des Phänomens	Argumentationsmuster
W8b1	Schwarze verkohlte Watte	Watte bleibt erhalten – Farbe als Eigenschaft, die nicht für den Stoff konstitutiv ist
W8b2	Verfärbte Watte	Watte bleibt erhalten – Farbe als Eigenschaft, die nicht für den Stoff konstitutiv ist
W8b3	Asche mit verbrannten Watteresten	Stoffumwandlung (gemeint ist Verbrennung auch wegen der Bezeichnung Asche) hat stattgefunden, die aber nicht vollständig verlaufen ist
W8b4	Verbrannte Watte, denn wenn man Asche berührt, zerfällt sie	keine Asche, sondern ein anderer Stoff Stoffumwandlung?
W8b5	Keine Watte mehr	Stoffumwandlung
W8b6	Ja, es war vorher auch schon Watte	Watte bleibt erhalten, Änderung nur oberflächlich
W8b7	Ja, ist nur erhitzt worden	Watte bleibt erhalten, Änderung nur oberflächlich
W8b8	Ja, sie hat nur eine runde Form	Watte bleibt erhalten, Änderung nur oberflächlich
W8b9	Schwarze Watte, keine weiße mehr	Watte bleibt erhalten, Änderung nur oberflächlich
W8b10	Nein, es ist ein zusammenhängender Ascheklumpen, der verformbar und weich ist	Etwas Neues ist entstanden mit neuen Eigenschaften
W8b11	Watte, weil sie verformbar und weich ist	Eigenschaften bleiben erhalten, deswegen bleibt auch der Stoff erhalten
W8b12	Es ist noch Watte, aber sie verliert einige Eigenschaften und ist mit Acrylamid besetzt	Einige charakteristische Eigenschaften bleiben erhalten, so dass es noch Watte ist, andere Eigenschaften gehen verloren, Emanation - Niederschlag
W8b13	Keine Watte mehr, denn sie hat nicht mehr die gleichen Eigenschaften wie die vorige.	Eigenschaften verschwinden, andere kommen dazu, daher ein neuer Stoff
W8b14	Keine Watte mehr, weil man von Watte keine schwarzen Finger bekommt.	Eigenschaften verschwinden, andere kommen dazu, daher ein neuer Stoff

Frage: Gibt es Eigenschaften, die an der Tafel stehen, die man wegstreichen kann, so dass es immer noch Watte ist?

Die vier Eigenschaften an der linken Tafelhälfte, die angekreuzt sind, wurden von den Schülerinnen genannt:

bleibende, konstituierende Eigenschaften:

- weich
- Saugfähigkeit
- Verformbarkeit
- Feststoff

Reaktion von Kupfer und Schwefel 8a (KuS8a)

Bezeichnung	Deutung des Phänomens	Argumentationsmuster
KuS8a1	Schwefel fügt dem Kupfer „Brüchigmacher“ hinzu.	Ein Stoff (Schwefel) agitiert und fügt dem anderen Stoff (Kupfer) eine Eigenschaft hinzu - der andere Stoff bleibt dieser Stoff, er gewinnt nur eine Eigenschaft hinzu
KuS8a2	Schwefel entzieht dem Kupfer den „Stabilisator“.	Ein Stoff (Schwefel) agitiert und entzieht dem anderen Stoff (Kupfer) eine Eigenschaft - der andere Stoff bleibt dieser Stoff, er verliert nur eine Eigenschaft
KuS8a3	Durch die Poren des Kupfers dringt Schwefel ein.	Ein Stoff (Schwefel) agitiert und dringt in den anderen Stoff (Kupfer) ein, um ihn inwendig zu verändern
KuS8a4	Da das Kupfer unten mehr erhitzt wird, ist es dort leichter zerbrechlich.	Kupfer ändert eine Eigenschaft, ist aber immer noch Kupfer, zerbrechliches Kupfer eben
KuS8a5	Es glüht von unten nach oben.	(keine Deutung, sondern eine Beobachtung)
KuS8a6	Schwefel und Kupfer reagieren miteinander zu einem neuen Stoff.	Stoffumwandlung – ein neuer Stoff mit neuen Eigenschaften entsteht

Reaktion von Kupfer und Schwefel 8b (KuS8b)

Bezeichnung	Deutung des Phänomens	Argumentationsmuster
KuS8b1	Es hat eine chemische Reaktion stattgefunden.	Begriffsfüllung des Begriffs <i>chemische Reaktion</i> ist unklar.
KuS8b2	Kupfer hat sich entzündet.	Stoffumwandlung – eine Verbindung mit einer bekannten chemischen Reaktion, der Verbrennung wird durch Verwendung des Wortes „entzünden“ hergestellt.
KuS8b3	Es hat sich zersetzt.	Stoffumwandlung - eine Verbindung mit aus dem Alltag bekannten chemischen Reaktionen wird durch Verwendung des Wortes „zersetzen“ hergestellt.
KuS8b4	Kupfer ist hart geworden.	Ein Stoff gewinnt eine neue Eigenschaft, bleibt aber dieser Stoff.
KuS8b4	Kupfer ist hart geworden.	Ein Stoff gewinnt eine neue Eigenschaft, bleibt aber dieser Stoff.
KuS8b5	Es haben sich die Farben der Stoffe geändert.	Oberflächliche Änderung der Farben, aber nicht die Stoffe selbst.
KuS8b6	Es ist auch Ruß entstanden.	Ein neuer Stoff ist entstanden.
KuS8b7	Es sind zum Schluss zwei Stoffe da.	Entweder bleiben beide Stoffe erhalten und vermischen sich oder es entstehen zwei neue Stoffe oder ein neuer Stoff entsteht und von einem Edukt bleibt ein Rest, der nicht reagiert

Bezeichnung	Deutung des Phänomens	Argumentationsmuster
		hat. Daher kann hieraus keine Aussage über eine tatsächliche Stoffumwandlung abgeleitet werden.
KuS8b8	Es sind zum Schluss drei Stoffe da.	Es muss mindestens ein neuer Stoff entstanden sein, möglicherweise sind die anderen Stoffe Reste der Edukte, die nicht reagiert haben, oder auch Gemische, die als Stoffe aufgefasst werden, dann ist der neue Stoff ein Stoffgemisch. Daher kann hieraus keine Aussage über eine tatsächliche Stoffumwandlung abgeleitet werden.
KuS8b9	Es sind zum Schluss vier Stoffe da.	Es müssen mindestens zwei neue Stoffe entstanden sein, möglicherweise sind die anderen Stoffe Reste der Edukte, die nicht reagiert haben, oder auch Gemische, die als Stoffe aufgefasst werden, dann ist der neue Stoff ein Stoffgemisch. Daher kann hieraus keine Aussage über eine tatsächliche Stoffumwandlung abgeleitet werden.
KuS8b10	Es sind zum Schluss fünf Stoffe da.	Es müssen mindestens ein drei neue Stoffe entstanden sein, möglicherweise sind die anderen Stoffe Reste der Edukte, die nicht reagiert haben, oder auch Gemische, die als Stoffe aufgefasst werden, dann ist der neue Stoff ein Stoffgemisch. Daher kann hieraus keine Aussage über eine tatsächliche Stoffumwandlung abgeleitet werden.
KuS8b11	Es sind zum Schluss sieben Stoffe da.	Es müssen mindestens vier neue Stoffe entstanden sein, möglicherweise sind die anderen Stoffe Reste der Edukte, die nicht reagiert haben, oder auch Gemische, die als Stoffe aufgefasst werden, dann ist der neue Stoff ein Stoffgemisch. Daher kann hieraus keine Aussage über eine tatsächliche Stoffumwandlung abgeleitet werden.

2.3 Zweiter Materialdurchgang - Kategorisierung der Argumentationsmuster

Die empirisch festgestellten Argumentationsmuster lassen sich nach ihren zugrundeliegenden Bedeutungen in folgende Kategorien einteilen:

- **Argumentationsmuster: Stoffe wandeln sich um**

Dieses Muster umfasst die Aussagen, die wörtlich betonen: *Es hat eine Reaktion / eine chemische Reaktion stattgefunden, die Stoffe reagieren miteinander zu einem neuen Stoff.* (G8a1, G8b10, G8b4, G8b7, G8b8, KuS8a6, KuS8b1)

Hier wird der Verwandlungsaspekt des Phänomens klar benannt. Es wird auf der Wahrnehmungsebene argumentiert und der Begriff *Reaktion/chemische Reaktion* wird verwendet, obwohl er vorher im Unterricht nicht aufgetaucht ist. Wie dieser Begriff gefüllt ist geht aus den Schüleraussagen nicht immer eindeutig hervor. Der Focus der Betrachtung liegt dabei auf dem Prozess.

Ebenfalls in diese Kategorie gehören Aussagen, in denen nicht explizit der Begriff *chemische Reaktion* verwendet wird, jedoch aus der Aussage eindeutig hervorgeht, dass dieser Sachverhalt gemeint ist z.B. durch Verwendung des deutschen Wortes *Stoffumwandlung/Umwandlung* oder durch Aussagen, dass es sich nicht mehr um die Edukte sondern um etwas Neues handelt (W8b5, W8a4, W8b3, W8a5, W8b4, KuS8b6, G8a1, W8a6, W8a7, W8a8, W8a9, W8a10, G8a4) Bei letzteren liegt der Focus der Betrachtung auf der Seite der Reaktionsprodukte.

- **Argumentationsmuster: Stoffe wirken aufeinander**

Dieses Muster umfasst die Aussagen, die das Erscheinen des/der Reaktionsprodukte/s als Resultat einer Wirkung der Edukte aufeinander beziehungsweise als Resultat des Zusammenkommens der Edukte beschreiben (G8a2, G8a3, G8b11, G8b13). Der Focus der Betrachtung liegt auf dem Anfangszustand, auf den Edukten und dass mit ihnen etwas passiert.

- **Argumentationsmuster: Stoffe mischen sich oder ändern sich oberflächlich**

Dieses Muster umfasst die Aussagen, die das Erscheinen der/des Reaktionsprodukte/s als Mischung deuten (G8b9, W8a3, G8b1) und gleichbedeutend damit Aussagen, die die Änderung als eine oberflächliche Änderung begreifen (W8a3, W8b6, W8b7, W8b8, W8b9, W8b12, KuS8b5, G8b16). Hierbei kommt die Vorstellung zum Ausdruck, dass die Stoffe als solche erhalten bleiben und die wahrgenommenen Veränderungen sich nur an der Oberfläche abspielen. Der Focus der Betrachtung liegt eher auf dem Erhaltungsaspekt.

- **Argumentationsmuster: Stoffe bleiben erhalten, sie ändern nur einige ihrer Eigenschaften**

Dieses Muster umfasst die Aussagen, die ebenfalls den Erhaltungsaspekt betonen, und zwar in dem Sinne, dass einige Eigenschaften der/des Edukte/s erhalten bleiben, oder aber, dass das/die Edukt/e selbst erhalten bleibt/bleiben und sich nur einige Eigenschaften ändern. Dies impliziert die Vorstellung, dass sich die Eigenschaften eines Stoffes in für den Stoff konstitutive und für den Stoff nicht konstitutive Eigenschaften einteilen lassen (G8a5, G8a6, G8a8, G8b2, G8b5, G8b14, W8b1, W8b2, W8b11, KuS8a1, KuS8a2, KuS8b4, KuS8b5).

- Argumentationsmuster: Stoffe bestehen aus kleinen Partikeln, die für die Vorgänge verantwortlich sind**

Dieses Muster umfasst die Aussagen, die auf eine Partikelvorstellung schließen lassen (G8a7, G8a8, G8b5, G8b15). Auch hier liegt der Focus der Betrachtung auf dem Erhaltungsaspekt, allerdings wird auf der Teilchenebene argumentiert, das heißt, dass eine Abstraktion von der Wahrnehmungsebene stattgefunden hat.
- Argumentationsmuster: Stoffe haben etwas Inneres, das erhalten bleibt**

Dieses Muster umfasst die Aussagen, aus denen hervorgeht, dass eine Abstraktion von der Wahrnehmungsebene stattgefunden hat, beispielsweise, dass Stoffe ein „Außen“ und ein „Innen“ haben. Auch bei diesen Aussagen wird der Erhaltungsaspekt in dem Sinne betont, dass es etwas gibt, das während des Prozesses erhalten bleibt, jedoch wird keine Partikelvorstellung formuliert. Diese Aussagen bewegen sich in der Nähe der Lavoisierschen Vorstellung der „*principes*“ (G8a6, G8b14, G8b15, KuS8a1, KuS8a2, KuS8a3).
- Argumentationsmuster: Es gibt sichtbare und unsichtbare Farben**

Dieses Muster umfasst die Aussagen, die sich mit der Farbeigenschaft von Stoffen befassen und die formulieren, dass es *sichtbare und unsichtbare Farben* gibt. Hier hat eine Abstraktion von der Wahrnehmungsebene stattgefunden, der Focus liegt auf der Betrachtung der Edukte (G8a6).
- Argumentationsmuster: Stoffe haben Neigungen**

Dieses Muster umfasst die Aussagen, die ihren Focus auf die Edukte richten und die den Stoffen eine Gerichtetheit in dem Sinne zuschreiben, als sie sich aktiv oder passiv verhalten, ein Stoff etwas mit einem anderen tut, ein Stoff einem anderen etwas hinzufügt oder wegnimmt, ein Stoff in einen anderen eindringt oder ein Stoff sich vor einem anderen schützt. Diese Aussagen kommen der im Kapitel über das Verstehen von Chemie erwähnten Stoffqualität nahe, die dort mit „*Stoffe haben Neigungen*“ (Vergl.: Soentgen 1999, S.97-221) bezeichnet wurde (G8b6, KuS8a1, KuS8a2, KuS8a3, G8b6).
- Argumentationsmuster: Energie/Wärme ist für die wahrgenommenen Änderungen verantwortlich**

Dieses Muster umfasst die Aussagen, die Energie/Wärme ursächlich für das Zustandekommen einer Reaktion ansehen (W8a1, KuS8a4, KuS8b4, evtl. KuS8b2). Die Anlage der Stundenthemen wurde, wie beschrieben, so vorgenommen, dass ein möglichst weiter Horizont aufgespannt wird und somit die Bedingungen der Möglichkeit für alle Variationstypen an Argumentationsmustern gegeben sind. Demzufolge können hier auch, obwohl eine energetische Betrachtung chemischer Reaktionen erst an späterer, gesonderter Stelle vorgesehen ist, empirisch Argumentationsmuster über die entscheidende Bedeutung der Energie festgestellt werden.
- Aussagen**, die keine Angaben über die Deutung der Phänomene im Versuch machen (G8b3, G8a9) beziehungsweise Aussagen, die nur die Wahrnehmung beschreiben, aber keine Deutung enthalten (KuS8a5, G8b12, G8a7).

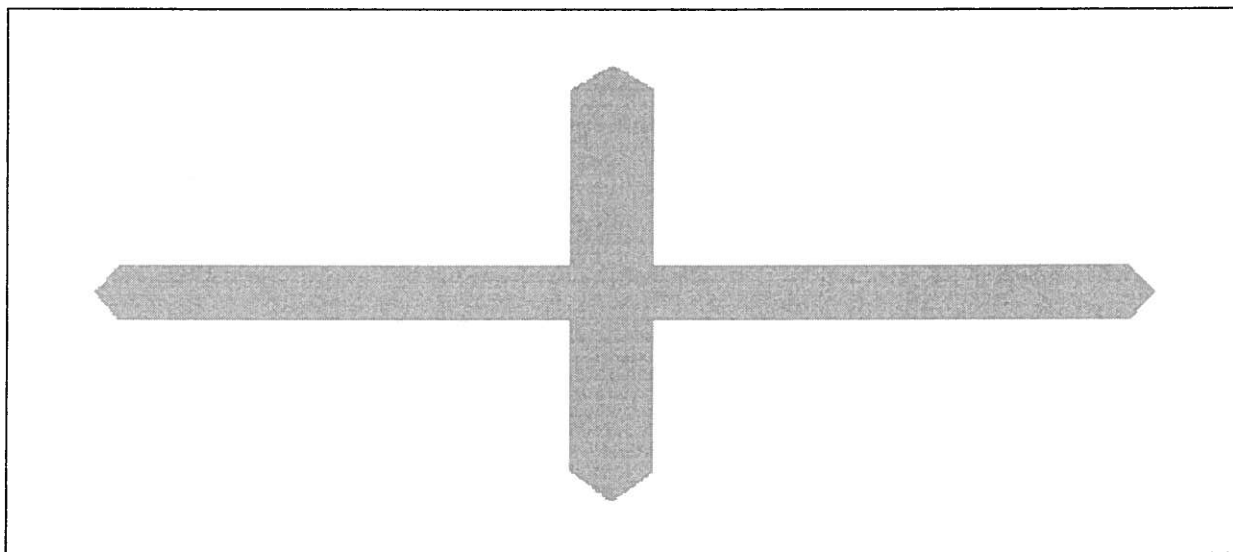
2.4 Phänomenographische Kartierung des Verständnisspektrums Chemische Reaktion

Folgende Materialdurchgänge: Anordnung der Argumentationsmuster in einer kollektiven Landkarte:

In den weiteren Materialdurchgängen wurde die Struktur der Anordnung der Argumentationsmuster herausgearbeitet, die diese als Gesamtschau darstellbar werden lässt. Die einzelnen Verstehens- und Erlebensvariationen des Phänomens bei den Schülerinnen werden dabei nicht mehr als nur individuelle Qualitäten aufgefasst, hat doch im Gespräch eine phänomenologische Reduktion stattgefunden. Die Argumentationsmuster sind sprachlich formuliert, liegen also nicht mehr in der vorsprachlichen Phase der individuellen unmittelbaren Evidenz (Verstehen₁) und auch nicht mehr als die von einem Individuum versprachlichten Deutungen (Verstehen₂) vor, sondern als im Gespräch ausgehandelte Kategorien (Verstehen₃), die hier aus dem Datenmaterial rekonstruiert wurden. Die Anzahl solcher Kategorien ist laut Marton begrenzt (Vergl.: Orgill 2002, Orgill 2007, S. 132-151, sowie Orgill o.J.). So lassen sie sich in einer kollektiven Landkarte abbilden, die den vollständigen Ergebnisraum der Deutungsmöglichkeiten enthält.

Im Unterschied zu den phänomenographischen Untersuchungen zum Molbegriff (Lybeck et al. 2003) ist der Gegenstand dieser Untersuchung nicht die Schülerdeutung eines statischen, sondern die eines dynamischen Begriffes, nämlich dem der zeitlich ablaufenden chemischen Reaktion.

Die empirisch festgestellten Argumentationsmuster ordnen sich daher nicht als Begriffsattribute um einen Brennpunkt an; sie liegen vielmehr, je nachdem, welchen Focus die einzelnen Schülerinnen bei ihren Betrachtungen haben, zwischen dem, was man in Anlehnung an die chemische Terminologie der „*Mesomeren Grenzstrukturen*“ ebenfalls als *Grenzstrukturen* bezeichnen kann. Diese Grenzstrukturen spannen ein Feld auf, deren äußeren Rahmen sie bilden. Es lassen sich zwei Dimensionen der Betrachtung feststellen, die jeweils einen Satz von Grenzstrukturen bilden, innerhalb derer sich die Argumentationsmuster logisch anordnen. Diese zwei Dimensionen lassen sich als zwei Achsen im zweidimensionalen Raum, also in einer Ebene darstellen:



Auf der Horizontalen ordnet sich der zeitliche Ablauf der chemischen Reaktion an. Aussagen, die als Deutung der wahrgenommenen Phänomene eher die Edukte im Focus haben, stehen links, Aussagen, die eher die Produkte im Focus haben, stehen rechts. Diese beiden Foci sind eher auf den Ausgangszustand beziehungsweise den Endzustand gerichtet, sie werden daher

als **zustündlich** bezeichnet. Aussagen jedoch, die eher den Prozess in den Blick nehmen (**prozessuale** Aussagen) stehen in der Mitte zwischen den beiden Grenzzuständen.

Die empirisch festgestellten Argumentationsmuster lassen jedoch auch eine weitere Struktur erkennen, die sich ebenfalls durch die Lage zwischen Grenzzuständen beschreiben lässt: die **Betonung des Verwandlungsaspekts einer chemischen Reaktion** auf der einen Seite und die **Betonung des Erhaltungsaspekts einer chemischen Reaktion** auf der anderen Seite. Diese Dimension wird auf der Vertikalen eingetragen, Aussagen, die den Verwandlungsaspekt betonen stehen eher oben, Aussagen, die den Erhaltungsaspekt betonen, stehen eher unten:

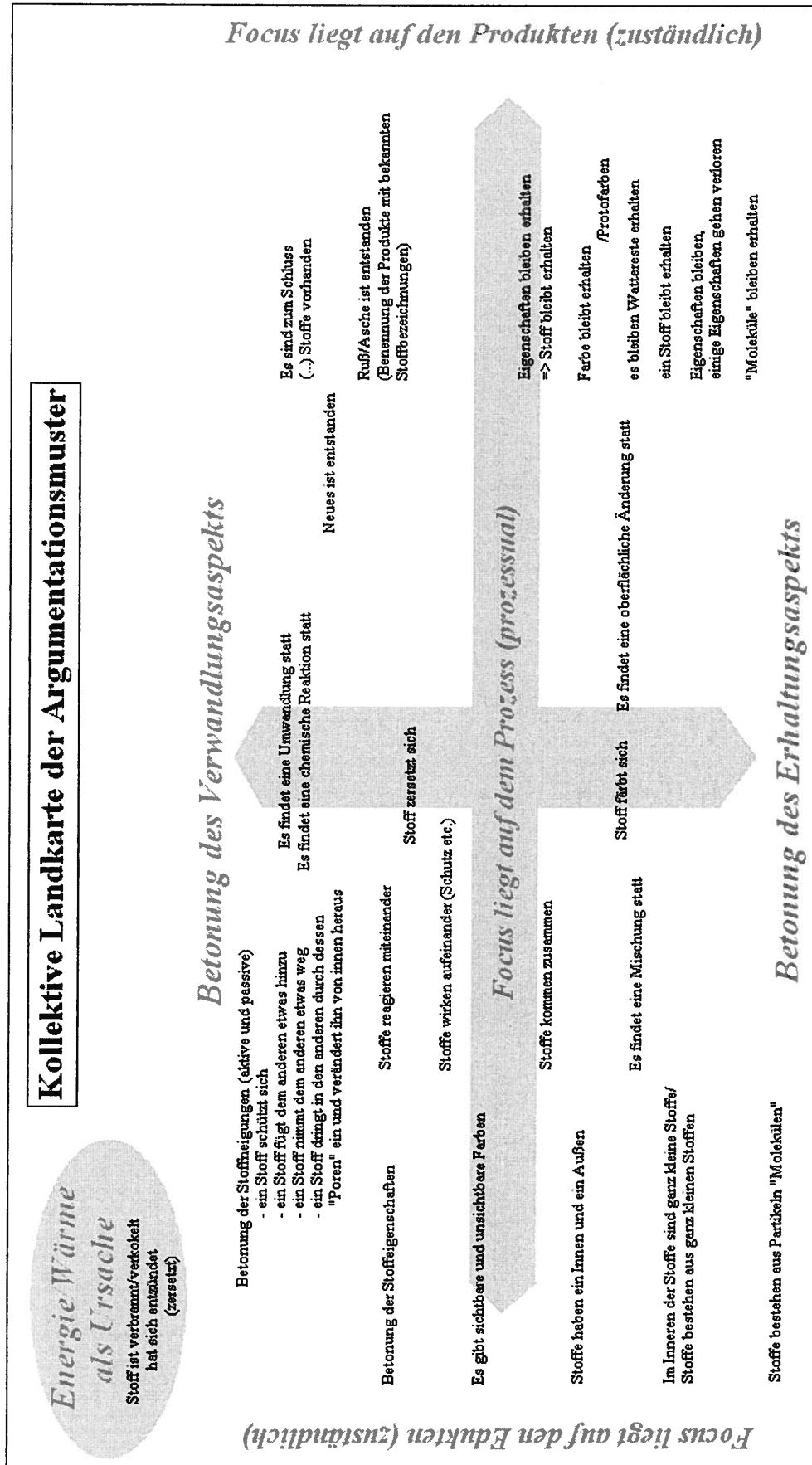


Aussagen, die die Energie/Wärme als ursächlich für das Zustandekommen einer chemischen Reaktion ansehen, sind jedoch in dieser Graphik schwierig darzustellen, sie fallen auch in der Hinsicht ein wenig aus dem Schema heraus, als die energetische Betrachtung nicht explizit Gegenstand des Unterrichts war, gleichwohl gehören sie in den Horizont der Deutungen der wahrgenommenen Phänomene hinein. Um sie korrekt einzubeziehen wäre möglicherweise eine dreidimensionale Darstellung geeigneter, in diesem zweidimensionalen Bild werden sie wie folgt aufgenommen:



Aussagen, die keine Deutung enthalten, werden nicht in die kollektive Landkarte eingereiht.

Die vollständige kollektive Landkarte der Argumentationsmuster sieht dann folgendermaßen aus:



Ganz links stehen Aussagen, deren Focus auf den Edukten liegt, ihren Beschaffenheiten, Stoffeigenschaften und ihrem inneren Aufbau. Bei der Betonung der Stoffeigenschaften liegt der Schwerpunkt der Betrachtung eher auf dem Verwandlungsaspekt, da es die wahrgenommenen Eigenschaften sind, die sich während der Reaktion verändern. Hand in Hand damit geht eine Perspektive der stofflichen (makroskopischen) Ebene. Je weiter unten die Aussagen auf der ganz linken Seite stehen desto stärker wird der Erhaltungsaspekt betont und mit dieser Betonung einher geht eine zunehmende Abstraktion von der stofflichen Ebene weg hin zu der Vorstellung, dass Stoffe ein Außen und ein Innen haben und dass dieses Innen aus kleinen Bestandteilen, kleineren Stoffen oder Partikeln (von vielen Schülerinnen Moleküle genannt¹⁵⁴) bestehen.

Ein wenig eingerückt stehen links die Aussagen, die die Stoff*neigungen* (Vergl.: Soentgen 1999, S.97-221) betonen und diese als ursächlich für das Zustandekommen der wahrgenommenen Phänomene betrachten. Diese Neigungen schreiben den Stoffen eine gewisse Gerichtetheit zu und betonen nicht ausschließlich den Zustand sondern eher den Anfang des Prozesses der chemischen Reaktion.

Weiter mittig, doch noch immer auf der linken Seite stehen die Aussagen, die sich eindeutig mit dem Prozess beschäftigen und beschreiben, was die Stoffe miteinander *tun*. Aussagen, die eine Reaktion oder Veränderung beschreiben, stehen oben, Aussagen, die nur eine Vermischung oder ein Überziehen des einen Stoffes mit dem anderen beschreiben, also vom Erhalt der Stoffe ausgehen, stehen weiter unten, jedoch nicht so weit, wie die abstrahierenden Aussagen, denen eine Partikelvorstellung zugrunde liegt.

In der Mitte der kollektiven Landkarte finden sich diejenigen Aussagen, deren Schwerpunkt ganz auf dem Prozess liegt.

Rechts der Mitte finden sich dann die Deutungen, die eher das Zustandekommen des Neuen betonen, jedoch noch nicht ausdrücklich die Reaktionsprodukte oder deren Eigenschaften benennen. Oberhalb der Horizontalen steht die Aussage, dass etwas Neues entstanden ist, unterhalb, dass sich nur oberflächlich etwas geändert hat, also das Wesentliche erhalten geblieben ist.

Ganz rechts stehen dann die Aussagen, die die Reaktionsprodukte beziehungsweise deren Eigenschaften benennen. Auch hierbei findet sich von oben nach unten eine zunehmende Abstraktion von der stofflichen Ebene weg hin zur mikroskopischen Ebene.

¹⁵⁴ Wie im Kapitel über die Darstellung des Unterrichts ausgeführt, wurde im Vorfeld der Untersuchung (im Chemieunterricht bis zum Zeitraum der Untersuchung) weder ein Teilchenmodell noch ein Atombegriff eingeführt.

2.5 Die von den Schülerinnen gewählten Perspektiven

Kontinuums-Perspektive und Diskontinuums-Perspektive

Bei der Deutung eines Phänomens haben Schülerinnen unterschiedliche Herangehensweisen, beispielsweise unterscheiden diese sich durch den unterschiedlichen Focus auf die Beziehung zwischen den Variablen einer Rechnung (Vergl.: Marton 1981 S. 185) – die eine Schülerin mag sich bei der Berechnung von Längen in einer Strahlensatzfigur auf die Verhältnisse konzentrieren, die aus den beiden Strahlensätzen resultieren, die andere hingegen auf die sich durch die Ähnlichkeit des Urbildes und des Bildes ergebenden Verhältnisse. Die Unterschiede in der Herangehensweise resultieren aus der von den Schülerinnen eingenommenen Perspektiven.

Diese Perspektiven beschreiben den von den Schülerinnen eingenommenen Standpunkt von dem aus sie die wahrgenommenen Phänomene zu deuten suchen, im Unterschied zu den Argumentationsmustern, die die Deutungen der Phänomene durch die Schülerinnen beschreiben.

So lassen sich im vorliegenden Fall zwei von den Schülerinnen eingenommene Perspektiven empirisch feststellen: die ***Kontinuums-Perspektive und die Diskontinuums-Perspektive***¹⁵⁵.

Die Kontinuums-Perspektive:

Es wird eindeutig nur auf der Wahrnehmungsebene, der stofflichen Ebene argumentiert, wenn versucht wird, das Phänomen zu deuten.

Die Diskontinuums-Perspektive:

Es sind Partikel vorhanden, die Vorstellung vom Vorhandensein solcher Partikel wird zur Erklärung des Phänomens herangezogen.

Die Einnahme der unterschiedlichen Perspektiven eröffnet drei Möglichkeiten der Herangehensweise an die Deutung der wahrgenommenen Phänomene im individuellen Verstehensprozess:

- Die Schülerin argumentiert rein auf der Wahrnehmungsebene und abstrahiert nicht davon.
- Die Schülerin argumentiert nur auf der Basis einer Teilchenvorstellung.
- Die Schülerin wechselt zwischen diesen beiden Perspektiven hin und her.

Bei der Beantwortung der dritten Forschungsfrage spielen diese drei Möglichkeiten dann eine entscheidende Rolle, wenn das vertiefte Verstehen im individuellen Verstehensprozess analysiert wird.

¹⁵⁵ Diese eingenommenen Schülerperspektiven wurden auch bei den Phänomenographischen Untersuchungen zum Molbegriff von Lybeck et al. empirisch festgestellt, vergl.: Lybeck et al.2003.

Ansätze einer mehrdimensionalen Perspektivität

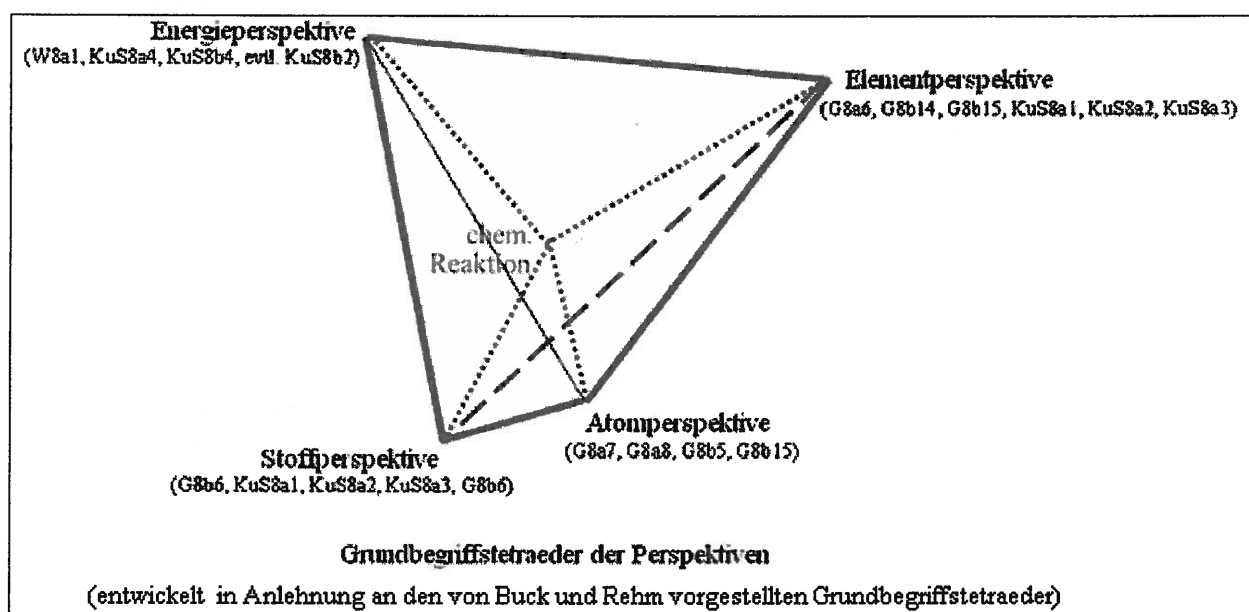
Während der Unterrichtsgespräche ließen sich Aussagen über die energetischen Ursache einer chemischen Reaktion feststellen, obwohl eine energetische Betrachtung explizit nicht geplant war. Aus diesem Grund lassen sich diese Aussagen als Ansatz eines Einnehmens einer energetischen Perspektive deuten.

Ebenso lassen sich die Aussagen, die sich in der Nähe der Lavoisierschen Vorstellung der „*principes*“ bewegen, als Ansatz der Einnahme einer Elementperspektive deuten.

Aussagen, die den Stoffen eine Gerichtetheit zuschreiben lassen sich als Ansatz der Einnahme einer Stoffperspektive deuten.

Aussagen, die eine Partikelvorstellung als Grundannahme beinhalten, lassen sich als Ansatz einer Atomperspektive deuten.

Diese Perspektiven lassen sich dann nach dem Grundbegriffstetraeder anordnen:



Um dieser Fragestellung nachzugehen müsste die Unterrichtseinheit allerdings anders gestaltet werden, beispielsweise müssten Energievorstellung und Teilchenvorstellung während der sokratischen Gespräche explizit thematisiert werden. Dies kann also nur Gegenstand einer weiterführenden Untersuchung und nicht dieser Arbeit sein, diese Arbeit soll auf die Betrachtung der empirisch festgestellten und oben geschilderten Perspektiven beschränkt bleiben.

2.6 Zusammenfassung

Die erste Forschungsfrage richtete ihren Blick auf den durchgeführten Unterricht, im Fokus der zweiten Forschungsfrage liegt auf dem Verstehen des Unterrichtsgegenstandes seitens der Schülerinnen.

Die Fragestellung, welcher Art die in der Unterrichtssequenz wahrgenommenen Phänomene sind, ist eine Fragestellung, die aus der Perspektive erster Ordnung gestellt wird und die sich mit dem Phänomen der chemischen Reaktion beschäftigt.

Die **Frage jedoch, die hier gestellt wird**, nämlich, was die Schülerinnen über die Ursache der in der Unterrichtssequenz wahrgenommenen Phänomene denken, ist eine Frage, die aus einer **Perspektive zweiter Ordnung** gestellt wird und die sich mit verschiedenen Zugangs-, Erlebens- und Verstehensweisen des Phänomens der chemischen Reaktion beschäftigt.

Diese zweite Forschungsfrage lautet:

Welche Variationen im Verstehen des chemischen Grundbegriffs Chemische Reaktion lassen sich feststellen?

Sie zerfällt in zwei Teile: **Zum ersten** wurden die Verständnisinhaltsklassen zum Thema Chemische Reaktion, die sich aus den Aussagen der Schülerinnen ergaben rekonstruiert, **zum zweiten** wurden diese dann zu einer Phänomenographischen Kartierung des Verständnisspektrums Chemische Reaktion herangezogen.

Die Aufgabe der Phänomenographie erschöpft sich dabei jedoch nicht in der reinen Deskription unterschiedlicher Argumentationsmuster, sondern sie arbeitet deren zugrundeliegende Bedeutungen heraus, von denen einige fundamentaler sind als andere. Die Untersuchung der Aussagen wird daher unter drei Beschreibungsaspekten durchgeführt.

Die Ergebnisse der unter den ersten beiden Beschreibungsaspekten durchgeführten Untersuchung stellen die **Beantwortung der zweiten Forschungsfrage** dar. Diese wurden in diesem Kapitel dargelegt:

- Die in den Klassen empirisch festgestellten Argumentationsmuster und der Ergebnisraum der Konzeptualisierungen (Verständnisinhaltsklassen)
- Die von den Schülerinnen gewählten Perspektiven

Die Ergebnisse der unter dem dritten Beschreibungsaspekt durchgeführten Untersuchung stellen dann die **Beantwortung der dritten Forschungsfrage** dar. Diese werden ausführlich im **folgenden Kapitel** erläutert:

- Die Verortung der individuellen Verstehensprozesse auf der Kollektiven Landkarte der Argumentationsmuster, die Grenzstrukturen der Argumentationslinien und die daraus resultierende Einordnung der elf individuellen Verstehensprozesse in das Wagenscheinsche/Helmstadsche Schema der Rangstufen des Verstehens mit der Beschreibung der festgestellten Kompetenzen.

Die in den Klassen empirisch festgestellten Argumentationsmuster

Hierbei werden zunächst die argumentativ ausgehandelten Deutungen (Verstehen₃) erfasst und die den Schüleraussagen zugrundeliegenden Bedeutungen, die Argumentationsmuster, herausgearbeitet. Dabei werden nur die wörtlich in den Aussagen feststellbaren Bedeutungen betrachtet, es findet keine Interpretation oder Deutung statt. Die empirisch festgestellten Argumentationsmuster lassen sich nach ihren zugrundeliegenden Bedeutungen in folgende Kategorien einteilen:

- Stoffe wandeln sich um
- Stoffe wirken aufeinander
- Stoffe mischen sich oder ändern sich oberflächlich
- Stoffe bleiben erhalten, sie ändern nur einige ihrer Eigenschaften
- Stoffe bestehen aus kleinen Partikeln, die für die Vorgänge verantwortlich sind
- Stoffe haben etwas Inneres, das erhalten bleibt
- Es gibt sichtbare und unsichtbare Farben
- Stoffe haben Neigungen
- Energie/Wärme ist für die wahrgenommenen Änderungen verantwortlich

Anordnung der Argumentationsmuster in einer kollektiven Landkarte

Die einzelnen Verstehens- und Erlebensvariationen des Phänomens bei den Schülerinnen werden dabei nicht mehr als nur individuelle Qualitäten aufgefasst, hat doch im Gespräch eine phänomenologische Reduktion stattgefunden, sondern als im Gespräch ausgehandelte Kategorien (Verstehen₃), die hier aus dem Datenmaterial rekonstruiert wurden.

Die Anzahl solcher Kategorien ist laut Marton begrenzt. So lassen sie sich in einer kollektiven Landkarte abbilden, die den vollständigen Ergebnisraum der Deutungsmöglichkeiten enthält. Die empirisch festgestellten Argumentationsmuster liegen, je nachdem, welchen Focus die einzelnen Schülerinnen bei ihren Betrachtungen haben, zwischen dem, was man als *Grenzstrukturen* bezeichnen kann. Diese Grenzstrukturen spannen ein Feld auf, deren äußeren Rahmen sie bilden. Es lassen sich zwei Dimensionen der Betrachtung feststellen, die jeweils einen Satz von Grenzstrukturen bilden, innerhalb derer sich die Argumentationsmuster logisch anordnen. Diese zwei Dimensionen lassen sich als zwei Achsen im zweidimensionalen Raum, also in einer Ebene darstellen.

Auf der Horizontalen ordnet sich der zeitliche Ablauf der chemischen Reaktion an. Die beiden Foci, die auf die Edukte bzw. auf die Produkte gerichtet sind, werden als ***zuständlich*** bezeichnet. Aussagen jedoch, die eher den Prozess in den Blick nehmen (***prozessuale*** Aussagen) stehen in der Mitte zwischen den beiden Grenzzuständen.

Die empirisch festgestellten Argumentationsmuster lassen eine weitere Struktur erkennen, die sich ebenfalls durch die Lage zwischen Grenzzuständen beschreiben lässt: die ***Betonung des Verwandlungsaspekts einer chemischen Reaktion*** auf der einen Seite und die ***Betonung des Erhaltungsaspekts einer chemischen Reaktion*** auf der anderen Seite. Diese Dimension wird auf der Vertikalen eingetragen.

Die von den Schülerinnen gewählten Perspektiven: Kontinuums-Perspektive und Diskontinuums-Perspektive

Bei der Deutung eines Phänomens haben Schülerinnen unterschiedliche Herangehensweisen, die Unterschiede in der Herangehensweise resultieren aus der von den Schülerinnen eingenommenen Perspektiven. Diese Perspektiven beschreiben den von den Schülerinnen eingenommenen Standpunkt von dem aus sie die wahrgenommenen Phänomene zu deuten suchen, im Unterschied zu den Argumentationsmustern, die die Deutungen der Phänomene durch die Schülerinnen beschreiben. So lassen sich im vorliegenden Fall (ebenso wie bei Lybeck, vergl. Lybeck et al. 2003) zwei von den Schülerinnen eingenommene Perspektiven empirisch feststellen: die Kontinuums-Perspektive und die Diskontinuums-Perspektive:

Die Kontinuums-Perspektive:

Es wird eindeutig nur auf der Wahrnehmungsebene, der stofflichen Ebene argumentiert, wenn versucht wird, das Phänomen zu deuten.

Die Diskontinuums-Perspektive:

Es sind Partikel vorhanden, die Vorstellung vom Vorhandensein solcher Partikel wird zur Erklärung des Phänomens herangezogen.

Der ***Ergebnisraum***, d.i. die kollektive Landkarte der Argumentationsmuster, die die ***Variationen*** belegt, und die empirisch festgestellten ***von den Schülerinnen eingenommenen Perspektiven*** stellen den Ertrag der Beantwortung der ***zweiten Forschungsfrage*** dar.

Im folgenden Abschnitt richtet sich der Blick wieder auf das Lernphänomen, jedoch wird diesmal ein Längsschnitt durchgeführt, im Unterschied zu dem bei der Beantwortung der zweiten Forschungsfrage durchgeführten Querschnitt.
Die dritte Forschungsfrage lautet:

3 Forschungsfrage 3: Welche Schüleräußerungen und Lernwege deuten auf ein Vertieftes Verstehen des Phänomens *Chemische Reaktion* hin?

3.1 Welche Lernwege sind in den „Landkarten des Verstehens“ erkennbar?

3.2 Welche Schüleräußerungen deuten auf ein vertieftes Verstehen des Phänomens *Chemische Reaktion* hin?

Im Unterschied zu den phänomenographischen Untersuchungen zum Molbegriff (Vergl.: Lybeck et al. 2003), die ausdrücklich nicht den Anspruch erheben, die Verstehensprozesse einzelner Schülerinnen zu untersuchen (Vergl.: Lybeck et al. 2003, S. 76), soll in diesem Teil der Arbeit genau dies geschehen und zwar in zweifacher Hinsicht:

- einmal die Verortung der individuellen Lernprozesse auf der kollektiven Landkarte,
- und zum anderen deren Tiefe gemessen am Wagenscheinschen / Helmstadschen Stufenmodell.

3.1 Argumentationsmuster

Die den Vorgang des beobachteten Phänomens betreffenden Aussagen der elf Schülerinnen, die nach der Unterrichtssequenz interviewt wurden, wurden im jeweiligen Transkript markiert und in die kollektive Landkarte des Verstehens eingetragen, einmal die Aussagen während der sokratischen Gesprächsphasen im Unterricht und einmal die Aussagen im Interview, so dass im Ergebnis von jeder Schülerin zwei Karten vorliegen.

Nach der Frage, welchen Argumentationsmustern die Schülerinnen bei der Deutung der wahrgenommenen Phänomene folgen und ihrer Verortung auf der kollektiven Landkarte wird der Frage nachgegangen, welche Perspektive die Schülerinnen bei ihrer Deutung einnehmen.

3.2 Perspektiven

Es lassen sich im vorliegenden Fall, wie oben beschrieben, zwei von den Schülerinnen eingenommene Perspektiven¹⁵⁶ empirisch feststellen:

Die Kontinuums-Perspektive:

Es wird eindeutig nur auf der Wahrnehmungsebene, der stofflichen Ebene argumentiert, wenn versucht wird, das Phänomen zu deuten.

Die Diskontinuums-Perspektive:

Es sind Partikel vorhanden, die Vorstellung vom Vorhandensein solcher Partikel wird zur Erklärung des Phänomens herangezogen.

So eröffnen sich insgesamt drei Möglichkeiten:

- Die Schülerin argumentiert rein auf der Wahrnehmungsebene und abstrahiert nicht davon.
- Die Schülerin argumentiert nur auf der Basis einer Teilchenvorstellung.

Die Schülerin wechselt zwischen diesen beiden Perspektiven hin und her.

¹⁵⁶ Wie erwähnt wurden diese eingenommenen Schülerperspektiven auch bei den Phänomenographischen Untersuchungen zum Molbegriff von Lybeck et al. festgestellt. Vergl.: Lybeck et al. 2003.

Im folgenden Abschnitt sollen die einzelnen Lernwege der elf Schülerinnen dargestellt werden, die sich sowohl im Unterricht als auch in den Einzelinterviews zeigen.

3.3 Die Darstellung der einzelnen Lernwege

*Der Verstehensprozess von Dominik 8b*¹⁵⁷

Dominiks Äußerungen im Unterricht zeigen, dass er sehr konzentriert bei der Sache ist und intensiv versucht, die Phänomene gedanklich zu erfassen.¹⁵⁸ Damit ist eine Voraussetzung für ein vertieftes Verstehen gegeben.

Im nach der Unterrichtssequenz ausgefüllten Fragebogen bezeichnet Dominik den Versuch mit der Chromatographie nicht als chemische Reaktion, die drei Folgeversuche jedoch als chemische Reaktionen.

Er begründet dies bei den ersten drei Versuchen mit dem Erscheinen/ Nicht-Erscheinen neuer Stoffe, beim Versuch mit Kupfer und Schwefel jedoch mit der „*Vermischung*“ der Stoffe.

Sein Indikator für eine chemische Reaktion ist, dass etwas Neues beziehungsweise eine Vermischung eingetreten ist.

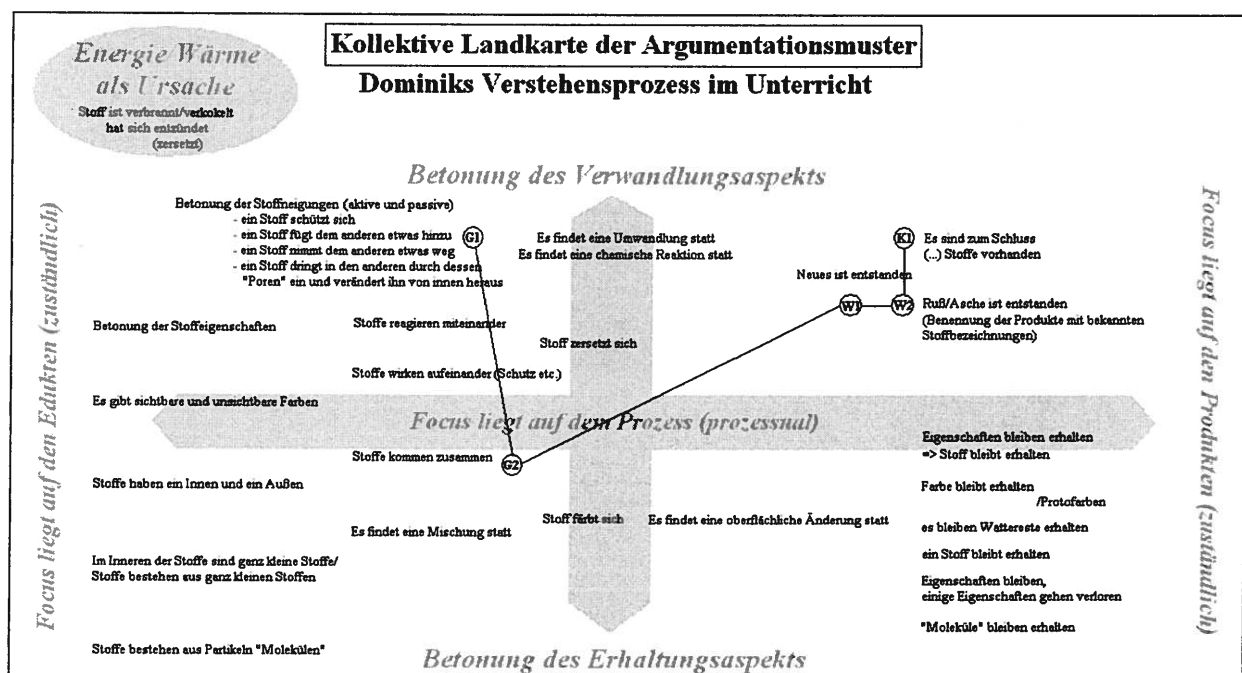
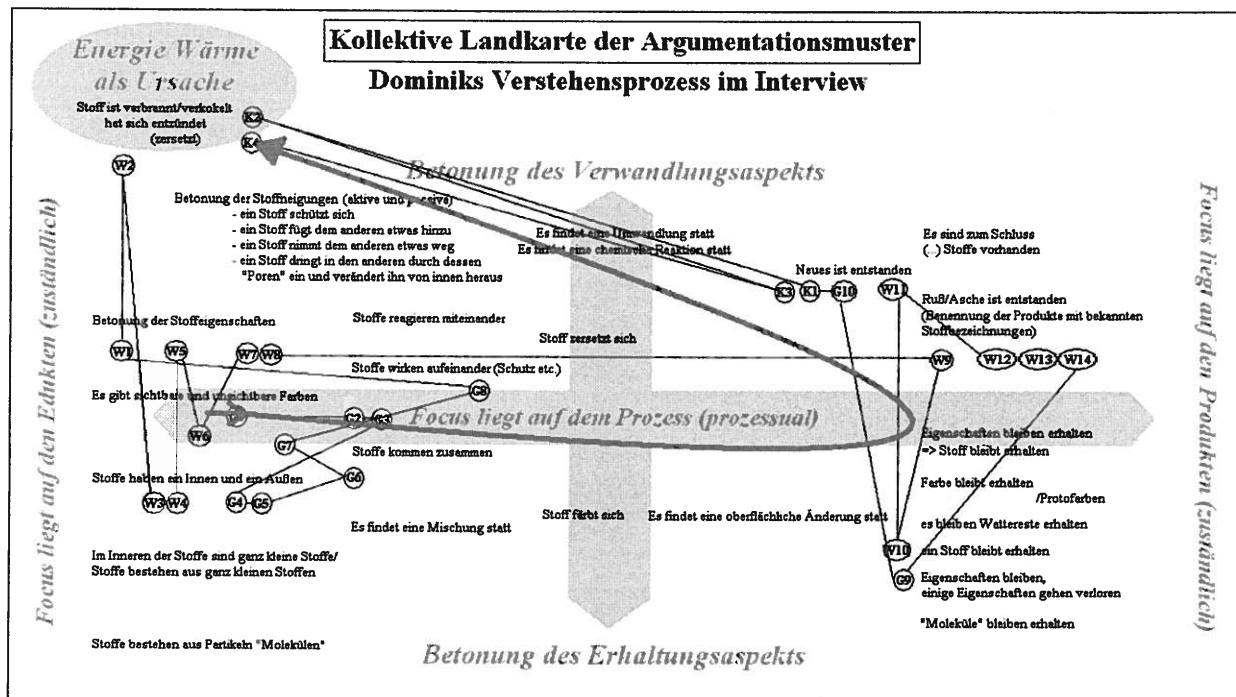
Dabei sind für ihn die letzten beiden Versuche völlig klar, bei der Chromatographie und den Golddünen bleiben ihm noch Rätsel.

Dominik hat eine klare Auffassung von dem was er weiß und wie er die beobachteten Phänomene deuten kann (Interview Dominik 8b 99). Diese Auffassung beinhaltet eine Vorstellung von einem Außen und einem Innen der Stoffe (Interview Dominik 8b 85), damit geht die Betonung des Erhaltungsaspekts einer chemischen Reaktion einher, die sich durchgängig durch seine Argumentation zieht (Interview Dominik 8b 85-88), jedoch entstehen für ihn auch klar neue Stoffe (Interview Dominik 8b 174), so dass seine Argumentation ziemlich genau den Wandel in der Erhaltung beschreibt, wenn er auch eine Teilchenvorstellung mit keinem Wort erwähnt, die genaue Vorstellung von dem Erhalten-gebliebenen lässt aber den Schluss zu, dass dieses eine Nähe zu den Lavoisierschen Principes beschreiben aufweist.

Seiner Ansicht nach laufen bei den Versuchen Vorgänge ab, bei deren Deutung man sich nicht auf seine Sinne verlassen kann (Interview Dominik 8b 95, 96).

¹⁵⁷ Dominik war im Unterricht in einer Arbeitsgruppe, die nicht während der Gruppenarbeitsphase videographiert wurde. Demzufolge sind seine Äußerungen alle den Transkripten der Klassengesprächsphasen entnommen worden.

¹⁵⁸ z.B.: „Nein, etwas ganz anderes nicht, aber, als sie da vorhin gefragt haben, beim Kupfer da, das eine, die eine Seite... das ist halt gegangen mit dem Durchbrechen, ganz leicht und die andere nun mal nicht, also habe ich da schon mal zwei Stoffe... weil, das kann ja nicht das gleiche sein... und dann im Reagenzglas ist ja oben der... wo vorher Rauch war... denke ich, dass es einfach der Schwefel, der am Anfang an der einen Seite einfach hochgegangen ist und sich da oben halt wieder abgesetzt hat, das ist halt... das oben... das Gelbe... der Schwefel ist und das andere... Das Schwarze halt.“ Kupfer und Schwefel 8b 615B.

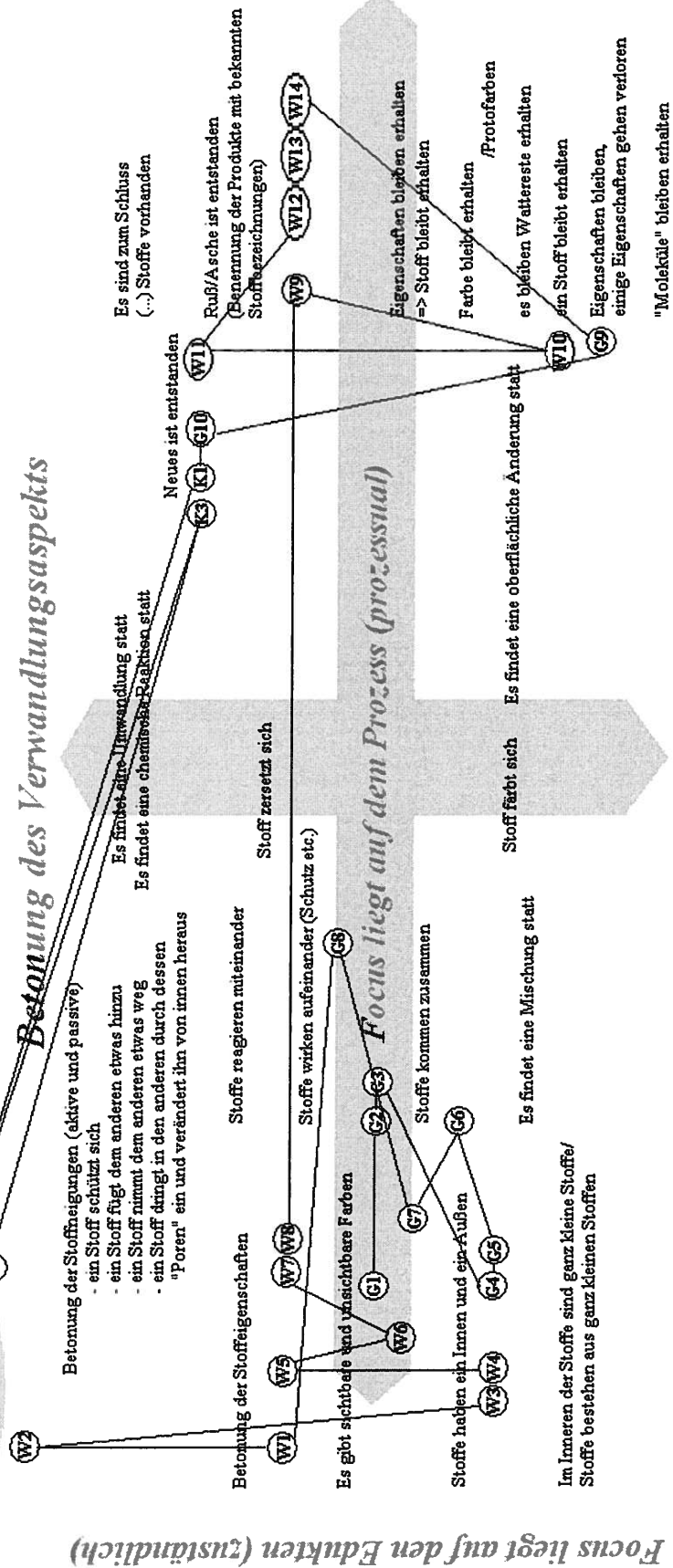


Kollektive Landkarte der Argumentationsmuster

Dominiks Verstehensprozess im Interview

Energie Wärme
als Ursache

Stoff ist verbrannt/verfokolt
hat sich entzündet
(zersezt)



Dominik sieht die beobachteten Phänomene vorwiegend als Stoffverwandlungen an, bei denen sowohl Altes erhalten bleibt als auch Neues entsteht.

Dominiks eingenommene Perspektive

Dominik argumentiert bei der Deutung der wahrgenommenen Phänomene aus der **Kontinuums-Perspektive**. Jedoch wird nicht nur auf der Wahrnehmungsebene, der stofflichen Ebene argumentiert, wenn versucht wird, das Phänomen zu deuten, sondern von ihr abstrahiert in dem Sinne, dass Stoffe ein Außen und ein Innen haben.

Vertieftes Verstehen

Dominik sagt sinngemäß: „Es entstehen neue Stoffe mit neuen Eigenschaften, aber es bleiben auch Teile des Alten erhalten.“

Er verbindet mit dem Vorgang eine Vorstellung, die aus der Wahl von **eigenen** Worten oder Vergleichsworten deutlich wird (Kupfer und Schwefel 8b 615B).

Grundbegriffe der Chemie:

Er argumentiert auf der Basis eines klaren Stoffbegriffes, der aus seiner Argumentation eindeutig erkennbar ist und seine Auffassung zeigt eine Nähe zu den Lavoisierschen Principes.

Dominik äußert sich als einer der wenigen Schüler kritisch zum eigenen Wahrnehmen und Deuten des Phänomens.

Aus diesem Grund weist sein Verstehen, das zum größten Teil auf der Stufe III (einsichtig/verstehend) anzusiedeln ist, Aussagen auf, die sich zwischen Stufe V und VI bewegen.

Kompetenzerwerb

Bei Dominik lassen sich folgende Kompetenzen feststellen:

Fragwürdigkeit erkennen: Dominik erkennt die im Unterricht erfahrenen Phänomene als fragwürdig.

Versprachlichen und Aushandeln: Dominik formuliert den Sinnzusammenhang in eigenen Worten und erzielt im Gespräch mit anderen (den anderen Schülerinnen, den Lehrer, dem Interview) eine Übereinkunft über den Gegenstand.

Der Verstehensprozess von Fabian 8b

Fabian äußert sich im Unterricht sowohl in den Gruppenarbeitsphasen und im Klassengespräch oft, er arbeitet interessiert mit und ist in allen Unterrichtsstunden sehr konzentriert bei der Sache. Seine Äußerungen im Vorfeld der sokratischen Gespräche während der Gruppenarbeitsphasen und bei der Schilderung der Beobachtungen zeigen, dass er versucht, seine Wahrnehmungen mit den eigenen Worten¹⁵⁹ und Vergleichsworten zu beschreiben und auch mit bereits Gelerntem in Verbindung zu bringen¹⁶⁰. Spontan äußert er sein Staunen, wenn bei dem Versuch etwas Unerwartetes geschieht.¹⁶¹

Dies lässt den Schluss zu, dass er von den Phänomenen affiziert ist und auch starkes Interesse daran hat, seine Wahrnehmungen richtig deuten zu können und somit die Voraussetzung für ein vertieftes Verstehen gegeben ist.

Im nach der Unterrichtssequenz ausgefüllten Fragebogen bezeichnet Fabian sowohl den Versuch mit der Chromatographie als auch die drei Folgeversuche als chemische Reaktionen. Er begründet dies damit, dass sich bei der Papierchromatographie die schwarze Farbe in ihre Ursprungsfarben zersetzt habe, dass bei den Golddünen aus „dem Nichts“ eine gelbe Mauer entstanden sei, dass die Watte am Ende des Versuchs verbrannt sei und dass Kupfer zerbrechlich geworden und der Schwefel geschmolzen sei. Sein Indikator für eine chemische Reaktion ist demzufolge, dass etwas Neues beziehungsweise eine bleibende Veränderung eingetreten ist, wobei er die Reaktionsprodukte noch mit Watte und Kupfer benennt.

Seiner Ansicht nach sind nur bei den ersten beiden Versuchen neue Farben entstanden, jedoch bei der Chromatographie und bei der Reaktion von Kupfer mit Schwefel schon vorhandene Farben erhalten geblieben.

Jedoch sind seiner Ansicht nach bei allen Versuchen neue Farbstoffe entstanden, aber nur beim Golddünenversuch und bei der Reaktion von Kupfer mit Schwefel schon vorhandene Farbstoffe erhalten geblieben, an dieser Stelle differenziert er also schon zwischen Farbe und Farbstoff.

Im Widerspruch dazu gibt er an, beim Golddünenversuch sei eigentlich nichts Neues entstanden und bei allen anderen Versuchen seien neue Stoffe entstanden.

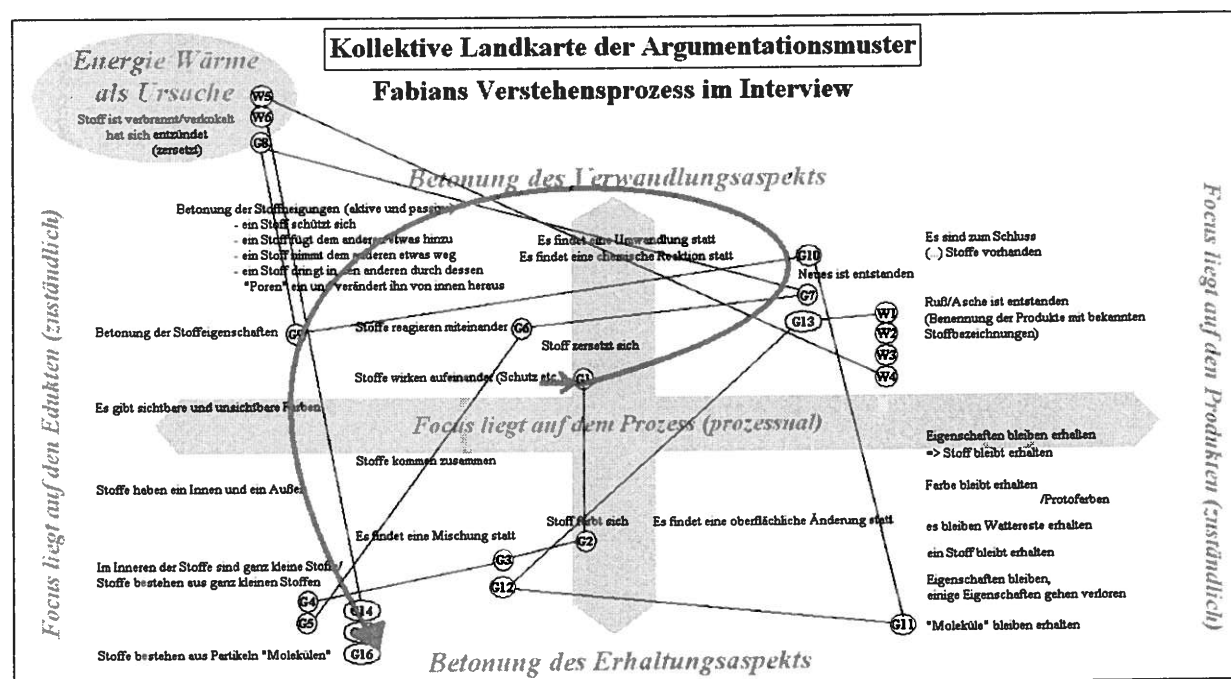
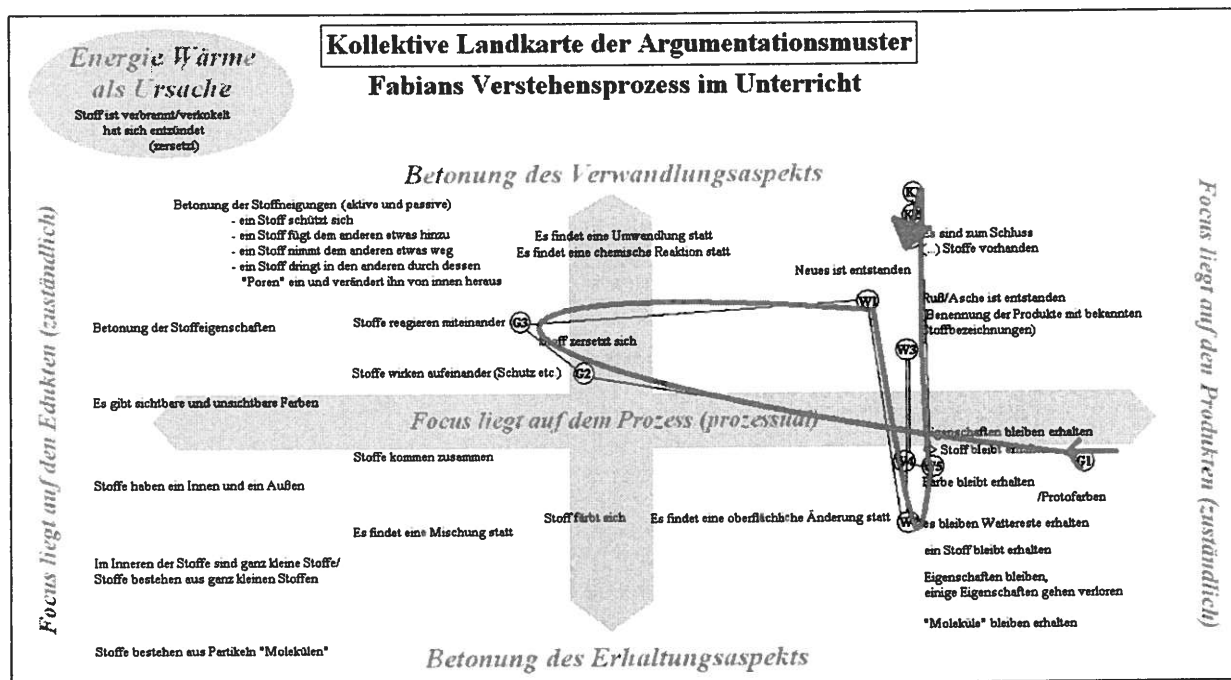
Am Ende des Fragebogens gibt er an, dass er verstanden habe, was bei den einzelnen Versuchen passiere. Jedoch bleiben für ihn bei allen Versuchen noch Rätsel offen.

Fabian legt seinen Deutungen eine klare Partikelvorstellung zugrunde, diese sind seiner Meinung nach fest (Interview Fabian 8b 48). Auch finden sich bei ihm Ansätze der Lavoisierschen Principes (Interview Fabian 8b 72 und 82).

¹⁵⁹ z.B.: „Ich würde vielleicht noch sagen: bei Stoff drei ist kein Gas. In dem Was... also in dem Stoff gelöst.“ Golddünen 8b 33 A. „Das ist also.... das gibt ja so.... so.... so.... wie heißt das jetzt.... wie so Brausetabletten.... das gibt irgend so eine Strömung.“ Golddünen 8b 68A.

¹⁶⁰ z.B.: „Ja genau. Es entstehen lauter kleine Blitze. Wenn du hier zwei kleine Metallringer drin hast, gibt es elektrische Ladungen und dann können da oben Blitze entstehen. Kann noch sein. Stromkreis.“ Golddünen 8b 83A.

¹⁶¹ z.B.: „Boah! Guck dir das doch einmal an, ey!“ Pyrolyse von Baumwollwatte 8b 214 G2A.



Kollektive Landkarte der Argumentationsmuster

Fabians Verstehensprozess im Interview

Energie/Wärme
als Ursache

Stoff ist verbrannt/verkokelt
hat sich entzündet
(zersetzt)

Betonung des Verwandlungsaspekts

Betonung der Stoffeigenschaften (aktive und passive)

- ein Stoff schützt sich
- ein Stoff fügt dem anderen etwas hinzu
- ein Stoff nimmt dem anderen etwas weg
- ein Stoff dringt in den anderen durch dessen "Poren" ein und verändert ihn von innen heraus

Es sind zum Schluss
(...) Stoffe vorhanden

Ruß/Asche ist entstanden
(Benennung der Produkte mit bekannten
Stoffbezeichnungen)

Betonung der Stoffeigenschaften

Es gibt sichtbare und unsichtbare Farben

Stoffe haben ein Innen und ein Außen

Im Inneren der Stoffe sind ganz kleine Stoffe/
Stoffe bestehen aus ganz kleinen Stoffen

Stoffe bestehen aus Partikeln "Molekülen"

Neues ist entstanden

Es findet eine Umwandlung statt
Es findet eine chemische Reaktion statt

Stoffe reagieren miteinander

Stoff zersetzt sich

Stoffe wirken aufeinander (Schutz etc.)

Stoffe kommen zusammen

Es findet eine Mischung statt

Stoff setzt sich

Es findet eine oberflächliche Änderung statt

Fokus liegt auf dem Prozess (prozedural)

Eigenschaften bleiben erhalten
=> Stoff bleibt erhalten

Farbe bleibt erhalten
/Profifarben

es bleiben Wattereste erhalten

ein Stoff bleibt erhalten

Eigenschaften bleiben,
einige Eigenschaften gehen verloren

"Moleküle" bleiben erhalten

Fokus liegt auf den Edukten (zuständlich)

Betonung des Erhaltungsaspekts

Fabian sieht die beobachteten Phänomene vorwiegend als chemische Reaktionen an, wobei bei ihm eine sichtbare Veränderung für eine chemische Reaktion konstitutiv ist. Mehr als bei allen anderen Schülerinnen ist bei ihm die Vorstellung einmal von einer Partikelstruktur der Materie ausgeprägt, wobei er diese jedoch noch als feste Korpuskeln deutet. Zusätzlich sind bei ihm Vorstellungen der Lavoisierschen Principes stark ausgeprägt und durchdacht.

Fabians eingenommene Perspektive

Fabian nimmt bei seiner Argumentation zur Deutung der wahrgenommenen Phänomene zunächst die *Diskontinuums-Perspektive* ein, wonach er dann fast bruchlos zwischen der *Kontinuums-Perspektive* und der *Diskontinuums-Perspektive* wechselt.

Vertieftes Verstehen

Fabian sagt: „Es hat eine chemische Reaktion, eine Stoffumwandlung stattgefunden. Bei einer chemischen Reaktion entstehen neue Stoffe mit neuen Eigenschaften.“

Er verbindet mit dem Vorgang eine konkrete Vorstellung, die aus der Wahl von *eigenen* Worten (Interview Fabian 8b 72) oder Vergleichsworten deutlich wird.

Grundbegriffe der Chemie:

Fabian argumentiert auf der Basis eines klaren Stoffbegriffes, der aus ihrer Argumentation eindeutig erkennbar ist und auch aufgrund eines Teilchenkonzeptes bzw. aufgrund der Lavoisierschen Principes (Interview Fabian 8b 100). Aus diesem Grund kann sein Verstehen auf der Wagenscheinschen Rangstufe V angesiedelt werden.

Kompetenzerwerb

Bei Fabian lassen sich vor allem folgende Kompetenzen finden:

- | | |
|--|--|
| Aufmerksam sein: | Fabian kann sich, von den eigenen Vorverständnissen absehend, auf das sinnliche Erleben konzentrieren (Pyrolyse von Baumwollwatte 8b 214 G2A). |
| Fragwürdigkeit erkennen: | Er begreift die dargebotenen Experimente als fremd/fragwürdig ¹⁶² |
| Sinn konstituieren und Versprachlichen: | Es finden sich Hinweise, dass sich ein Sinnzusammenhang zwischen Ichpol und Gegenstandspol entwickelt, dadurch, dass sich die Argumentation in sene schon sehr ausgeprägten und durchdachten Vorstellungen von den Stoffen einfügen und diese auch weiterentwickeln. Fabian formuliert den Sinnzusammenhang in eigenen Worten (Interview Fabian 8b 100). |
| Aushandeln: | Der Schüler erzielt im Gespräch mit anderen, vor allem dem Interviewer eine Übereinkunft über den Gegenstand (Interview Fabian 8b 92, 274). |

¹⁶² Es bleiben für ihn, laut Fragebogen, bei allen Versuchen noch Rätsel offen.

Der Verstehensprozess von Franka 8a

Franka nahm im Schuljahr 2005/2006 in der Klasse 8a an der Unterrichtssequenz teil und erreichte am Schuljahresende das Klassenziel nicht, so dass sie im Schuljahr 2006/2007 wiederum eine achte Klasse (Klasse 8b) besuchte und so auch an der Iterationssequenz teilnahm. An dieser Stelle wird nur ihr Verstehensprozess bei der ersten Unterrichtssequenz beschrieben.

Franka lässt sich im Unterricht manchmal von den anderen Gruppenmitgliedern ablenken, arbeitet dann jedoch wieder gerne in der Gruppe mit, bringt das Gespräch in der Gruppe voran und äußert sich wieder konzentriert zur Sache. Ihre Äußerungen im Vorfeld der sokratischen Gespräche während der Gruppenarbeitsphasen und bei der Schilderung der Beobachtungen lassen aufgrund der Verwendung eigener Wörter/Vergleichswörter¹⁶³ zur Beschreibung der Wahrnehmungen den Schluss zu, dass sie sich mit den Beobachtungen während der Versuche auseinandersetzt¹⁶⁴, wodurch die Möglichkeit für ein vertieftes Verstehen gegeben ist.

Im nach der Unterrichtssequenz ausgefüllten Fragebogen bezeichnet Franka alle vier Versuche als chemische Reaktion. Sie begründet dies damit, dass bei der Papierchromatographie die Farbe verlaufe. Bei den anderen drei Versuchen führt sie als Begründung die Veränderung an, beim Golddünenversuch spezifiziert sie dies dadurch, dass ein neuer Stoff entstanden sei.

Ihrer Ansicht nach sind bei allen Versuchen neue Farben entstanden, jedoch nur beim Chromatographieversuch und beim Versuch mit Kupfer und Schwefel schon vorhandene Farben erhalten geblieben.

Ebenso sind ihrer Ansicht nach bei allen Versuchen neue Farbstoffe entstanden, jedoch nur beim Chromatographieversuch schon vorhandene Farbstoffe erhalten geblieben seien.

Für sie sind Farbe und Farbstoff manchmal identisch und manchmal nicht.

Sie gibt an, nur bei der Pyrolyse von Baumwollwatte seien am Ende weniger Stoffe als am Anfang vorhanden, bei den drei anderen Versuchen hielten sich die Anzahl der verschwundenen und die Anzahl der entstandenen Stoffe die Waage.

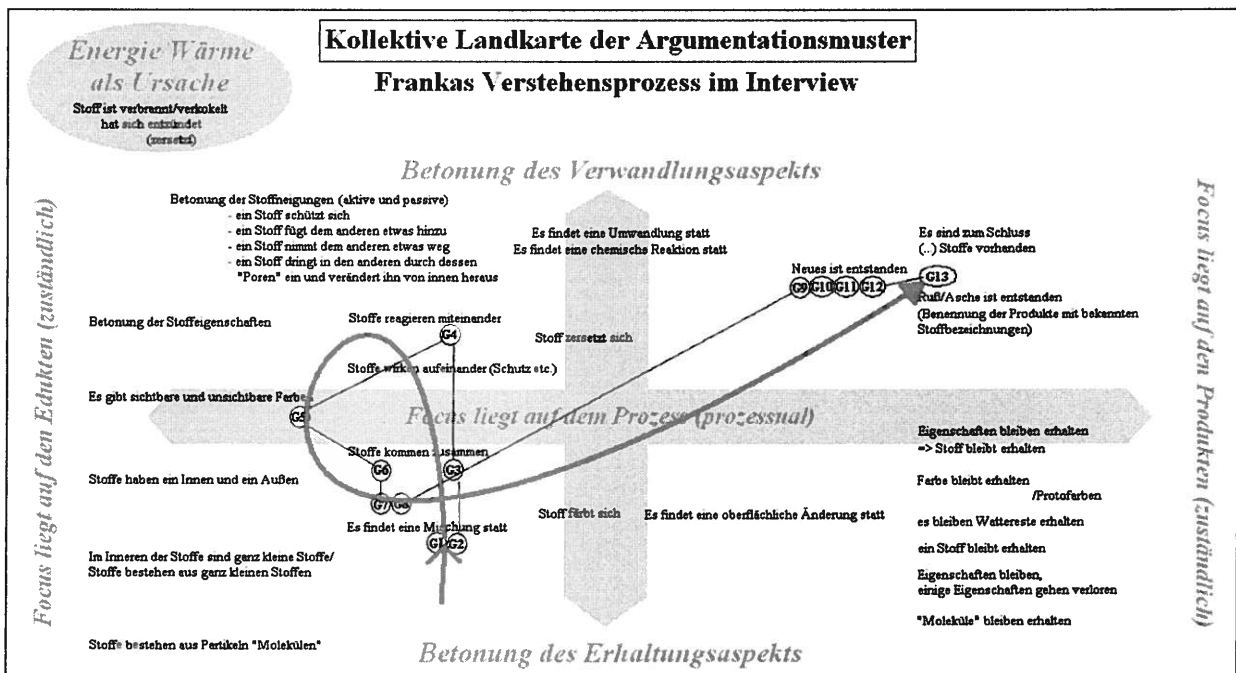
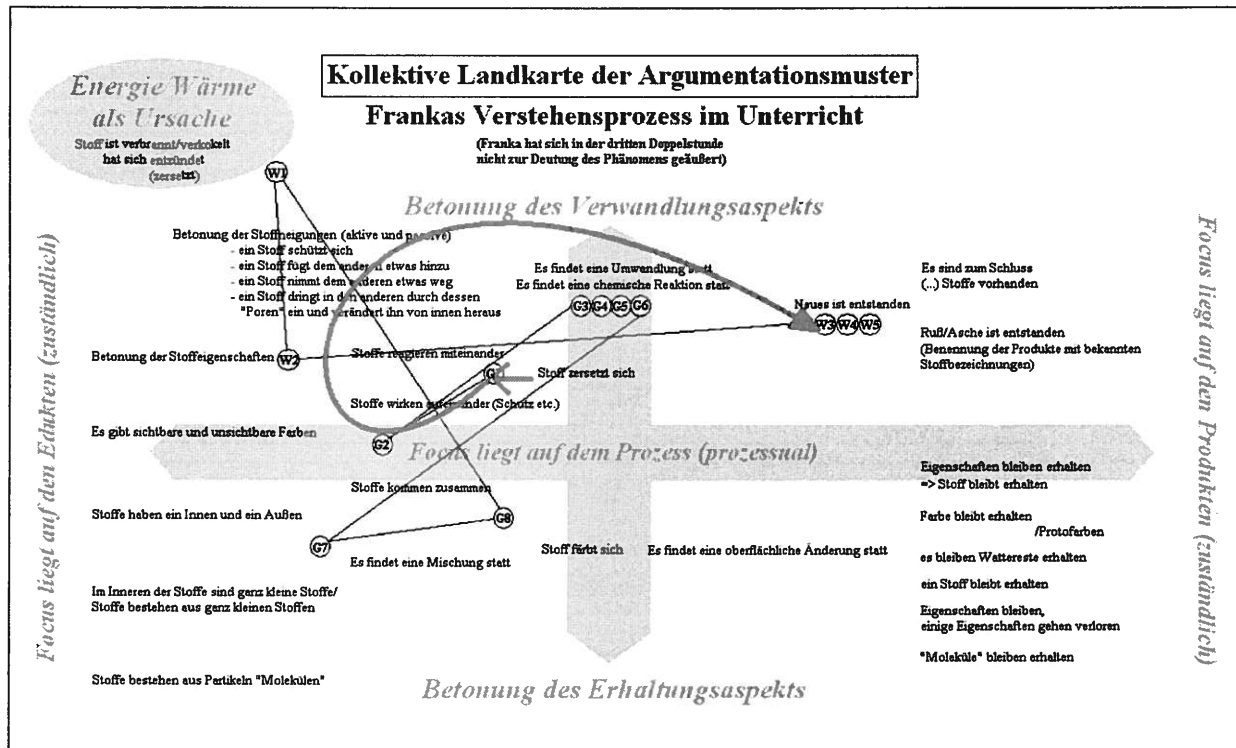
Sie ist sich ihrer Unsicherheit bei der Deutung ihrer Wahrnehmungen bewusst, denn sie gibt an, dass beim Golddünenversuch für sie noch Rätsel offen bleiben, dem Versuch von dem sie angibt, ihn nicht verstanden zu haben.

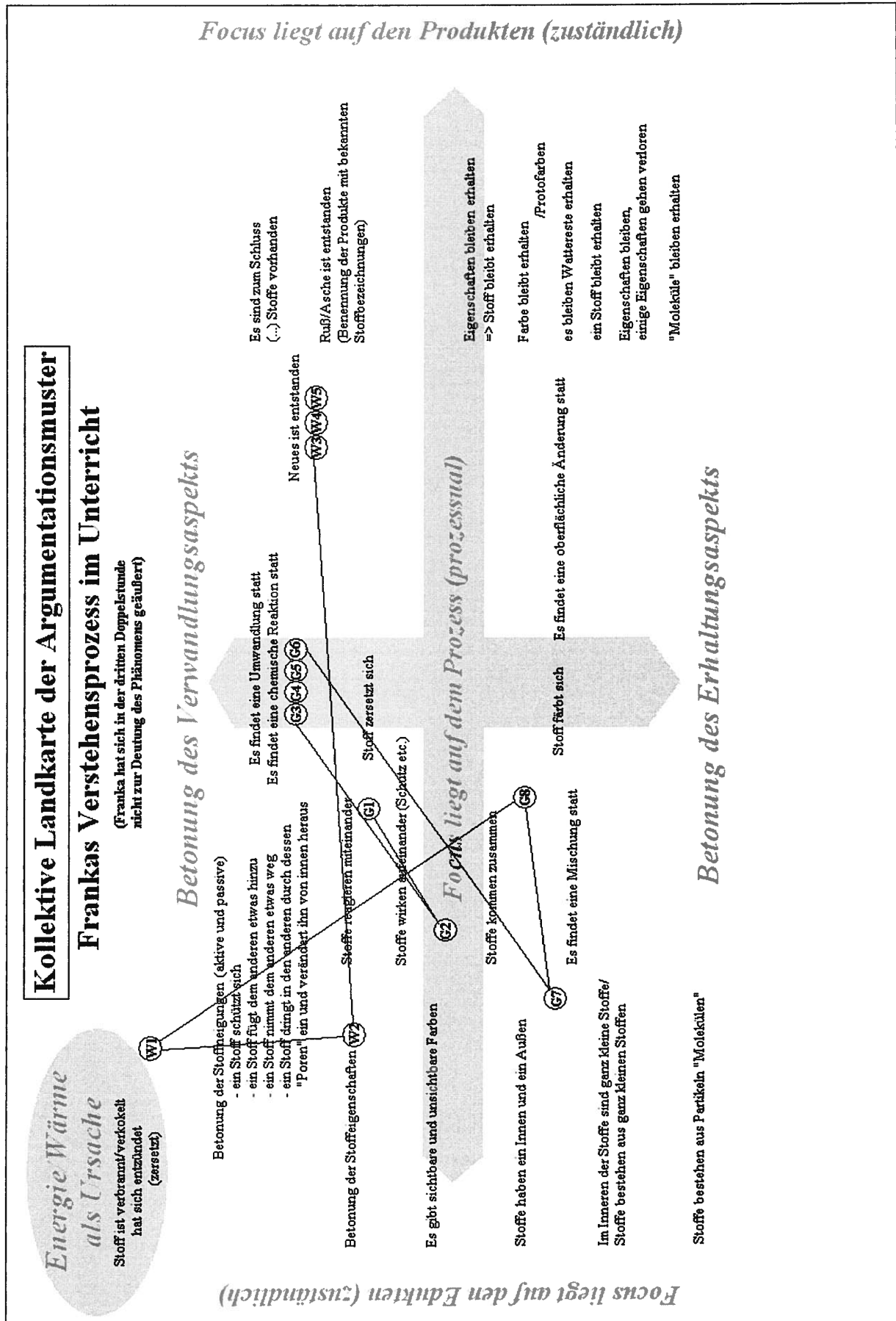
Im Interview zeigt sich, dass Franka sehr genau abwägt, bevor sie eine Position bezieht. So ist sie sich lange nicht sicher, ob das Gelbe beim Golddünenversuch lediglich ein Gemisch ist oder ein neuer Stoff¹⁶⁵. Im Zuge dieser Fragestellung kommt sie zu der Vermutung, dass im Inneren der Stoffe schon Farben oder Teile der Farben vorhanden sein könnten. Diese Vorstellung entwickelt sie selbstständig, ohne vom Interviewer darauf hingewiesen worden zu sein (Vergl. auch Interview Franka 70ff.).

¹⁶³ „Das sieht aus wie **Gold!** Wir erzeugten Gold.“ Golddünen 8a 401G2B.

¹⁶⁴ „Guckt mal her! Ich finde das voll cool.“ Golddünen 8a 399 G2B.

¹⁶⁵ „Ich... ich... ich bin mir nicht sicher, es kann genauso sein, dass die einfach so entstehen.... es kann genauso sein, dass irgendwo die gelbe Farbe schon drinnen ist und es kann....“ Golddünen 8a 752 C.

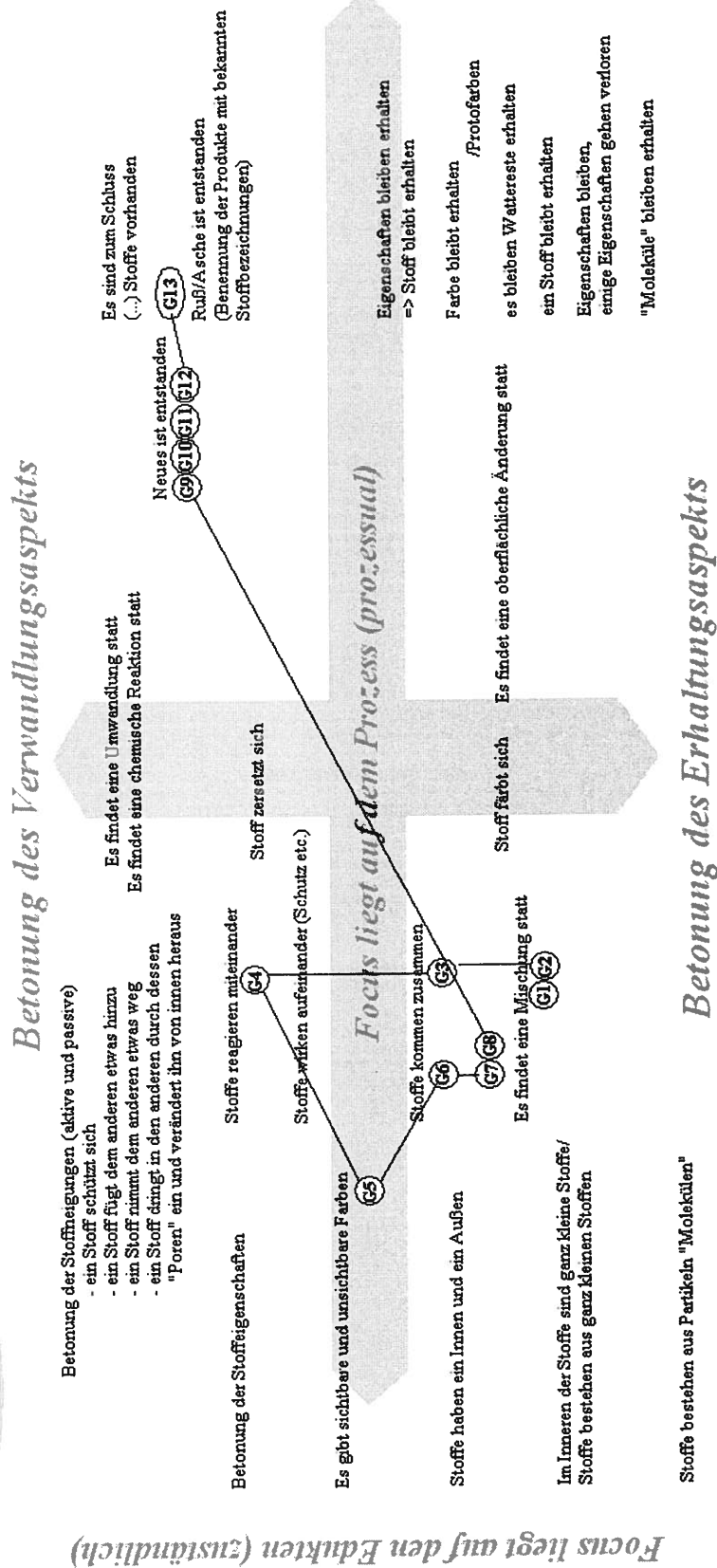




*Energie Wärme
als Ursache*
Stoff ist verbrannt/verkohlet
hat sich entzündet
(zersetzt)

Kollektive Landkarte der Argumentationsmuster

Frankas Verstehensprozess im Interview



Franka sieht die beobachteten Phänomene als chemische Reaktionen an, wobei bei ihr Erhaltungsaspekt und Verwandlungsaspekt ungefähr die gleiche Bedeutsamkeit haben und sie sich lange unschlüssig ist, ob etwas Neues entsteht oder ob sich durch Mischung schon neue Eigenschaften ergeben. Sie entwickelt den Gedanken eines Innen und Außen der Stoffe und folgt so den Spuren der Lavoisierschen Principes.

Frankas eingenommene Perspektive

Franka argumentiert bei der Deutung der wahrgenommenen Phänomene zunächst aus der **Kontinuums-Perspektive**. Es wird jedoch, nach anfänglichem Verweilen auf der Wahrnehmungsebene, der stofflichen Ebene, mit der Vorstellung eines Außen und Innen der Stoffe von ihr abstrahiert und eine **Diskontinuums-Perspektive** entwickelt..

Vertieftes Verstehen

Franka sagt sinngemäß: „Es hat eine chemische Reaktion, eine Stoffumwandlung stattgefunden. Bei einer chemischen Reaktion entstehen neue Stoffe mit neuen Eigenschaften.“

Sie durchdenkt den logischen Zusammenhang der Paare:

Eigenschaften bleiben erhalten

⇒ Stoffe bleiben erhalten

beziehungsweise:

Eigenschaften gehen verloren

⇒ Stoffe gehen verloren

und verbindet mit dem Vorgang eine Vorstellung, die aus der Wahl von **eigenen** Worten oder Vergleichsworten deutlich wird.

Grundbegriffe der Chemie

Die Schülerin argumentiert auf der Basis eines klaren Stoffbegriffes, sie ist in der Lage, ihre Vorstellung zu zeichnen und beginnt eine Argumentation im Sinne der Lavoisierschen Principes.

Aus diesem Grund kann ihr Verstehen als ein vertieftes Verstehen der Stufe III der Wagenscheinschen Rangstufen aufgefasst werden, wobei sie dabei ist, ein immer tieferes Verständnis bis hin zur Stufe V zu entwickeln.

Kompetenzerwerb

Bei Franka lassen sich folgende Kompetenzen feststellen:

Aufmerksam sein:	Sie kann sich, von den eigenen Vorverständnissen absehend, auf das sinnliche Erleben konzentrieren.
Fragwürdigkeit erkennen:	Die wahrgenommenen Phänomene besonders der Golddünenversuch führen im Interview ihre Argumente in die Aporie, woraus sie dann beginnt, eine neue Perspektive, die Diskontinuums-Perspektive zu entwickeln.
Beziehung konstituieren:	Franka lässt sich intensiv auf ein Wechselspiel aus Zuwendung und Aneignung ein und baut hierdurch eine Beziehung zu diesem Phänomen auf und denkt das Problem weiter.
Sinn konstituieren:	Es finden sich Hinweise, dass sich ein Sinnzusammenhang zwischen Ichpol und Gegenstandspol entwickelt (Wörter aus der „Ursprungssprache“ der Schülerin).
Versprachlichen:	Sie formuliert den Sinnzusammenhang in eigenen Worten.
Aushandeln:	Sie erzielt im Gespräch mit anderen eine Übereinkunft über den Gegenstand und bringt die Argumentation in der Gruppe voran..

Der Verstehensprozess von Janina 8a

Janina lässt sich im Unterricht manchmal von den anderen Gruppenmitgliedern ablenken, übernimmt dann jedoch auch gerne die Gesprächs- und Protokollführung innerhalb der Gruppe, bringt das Gespräch in der Gruppe voran und äußert sich dann aber wieder konzentriert zur Sache. Ihre Äußerungen im Vorfeld der sokratischen Gespräche während der Gruppenarbeitsphasen und bei der Schilderung der Beobachtungen lassen aufgrund der Verwendung eigener Wörter/Vergleichswörter¹⁶⁶ zur Beschreibung der Wahrnehmungen den Schluss zu, dass sie sich mit den Beobachtungen während der Versuche auseinandersetzt¹⁶⁷, wodurch die Möglichkeit für ein vertieftes Verstehen gegeben ist.

Im nach der Unterrichtssequenz ausgefüllten Fragebogen bezeichnet Janina den Versuch mit der Chromatographie nicht als chemische Reaktion, die anderen drei Versuche jedoch schon. Sie begründet dies damit, dass bei der Papierchromatographie aus dem schwarzen Farbpunkt neue Farben entstanden seien, die jedoch durch Mischen wieder die schwarze Farbe ergeben würden. Bei den anderen drei Versuchen führt sie als Begründung die irreversible Veränderung an: dass beim Golddünenversuch ein neuer Stoff entstanden sei, dass Watte am Ende des Versuchs ganz schwarz sei und dass Kupfer und Schwefel sich gemixt hätten.

Ihr Indikator für eine chemische Reaktion ist, dass etwas Neues beziehungsweise eine irreversible Zustandsänderung eingetreten ist.

Ihrer Ansicht nach sind bei allen Versuchen neue Farben entstanden, jedoch nur beim Chromatographieversuch schon vorhandene Farben erhalten geblieben.

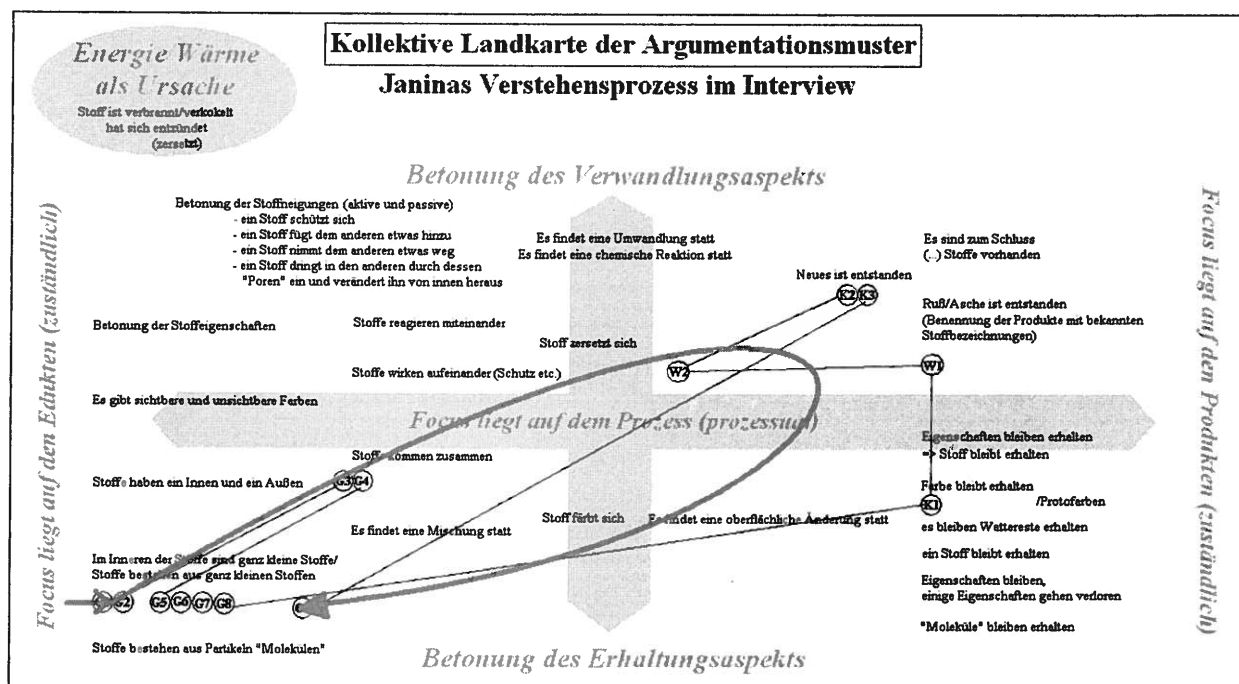
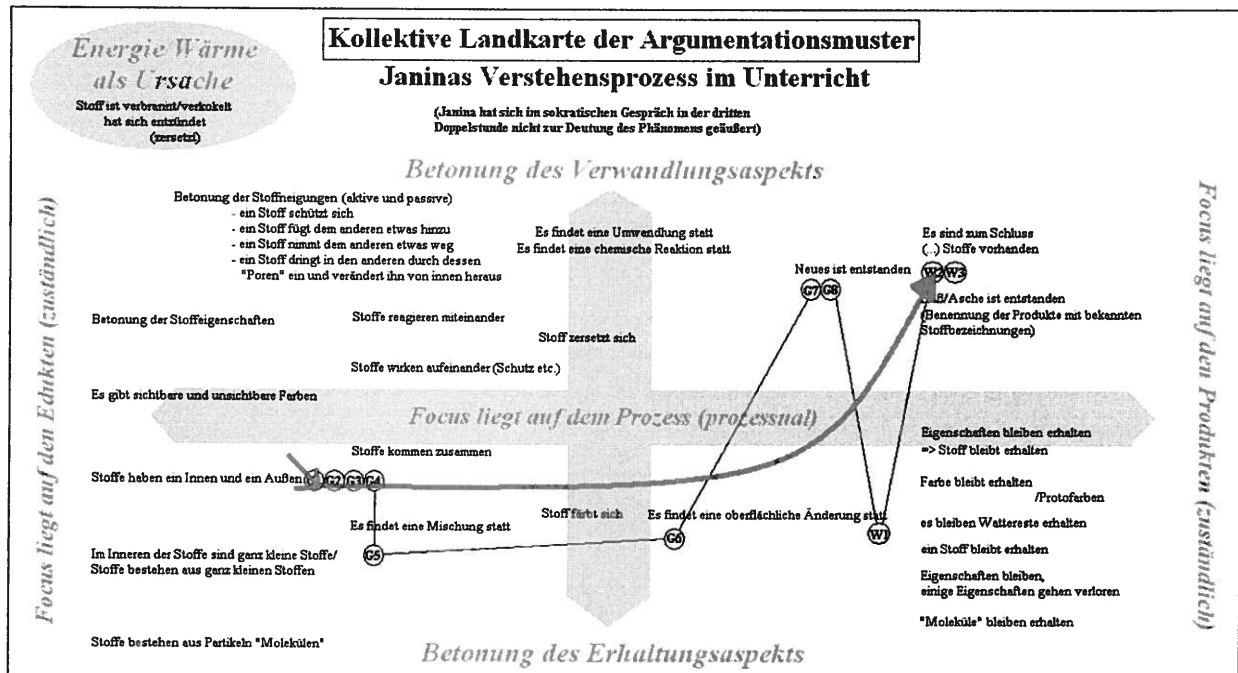
Ebenso sind ihrer Ansicht nach bei allen Versuchen neue Farbstoffe entstanden, jedoch auch bei allen Versuchen außer beim Chromatographieversuch schon vorhandene Farbstoffe erhalten geblieben, an dieser Stelle differenziert sie also noch nicht zwischen Farbe und Farbstoff, später gibt sie jedoch an, nur beim Golddünenversuch seien neue Stoffe entstanden, bei den anderen beiden Versuchen jedoch nicht. Sie ist sich ihrer Unsicherheit bei der Deutung ihrer Wahrnehmungen bewusst, denn sie gibt an, dass bei allen Versuchen für sie noch Rätsel offen bleiben.

Im Interview kann sie die Unterscheidung zwischen Farbe und Farbstoff sofort nachvollziehen (Interview Janina 8a 9.), sie hat eine klare Partikelvorstellung vom Aufbau der Stoffe (Interview Janina 8a 32 und 40) und würde diese Partikel nicht materiell sondern symbolisch darstellen (Interview Janina 8a 211). Ihrer Ansicht nach sind in Stoff I und Stoff II beim Golddünenversuch Protifarben vorhanden, die zusammen den gelben Farbstoff ergeben (Interview Janina 8a 68).

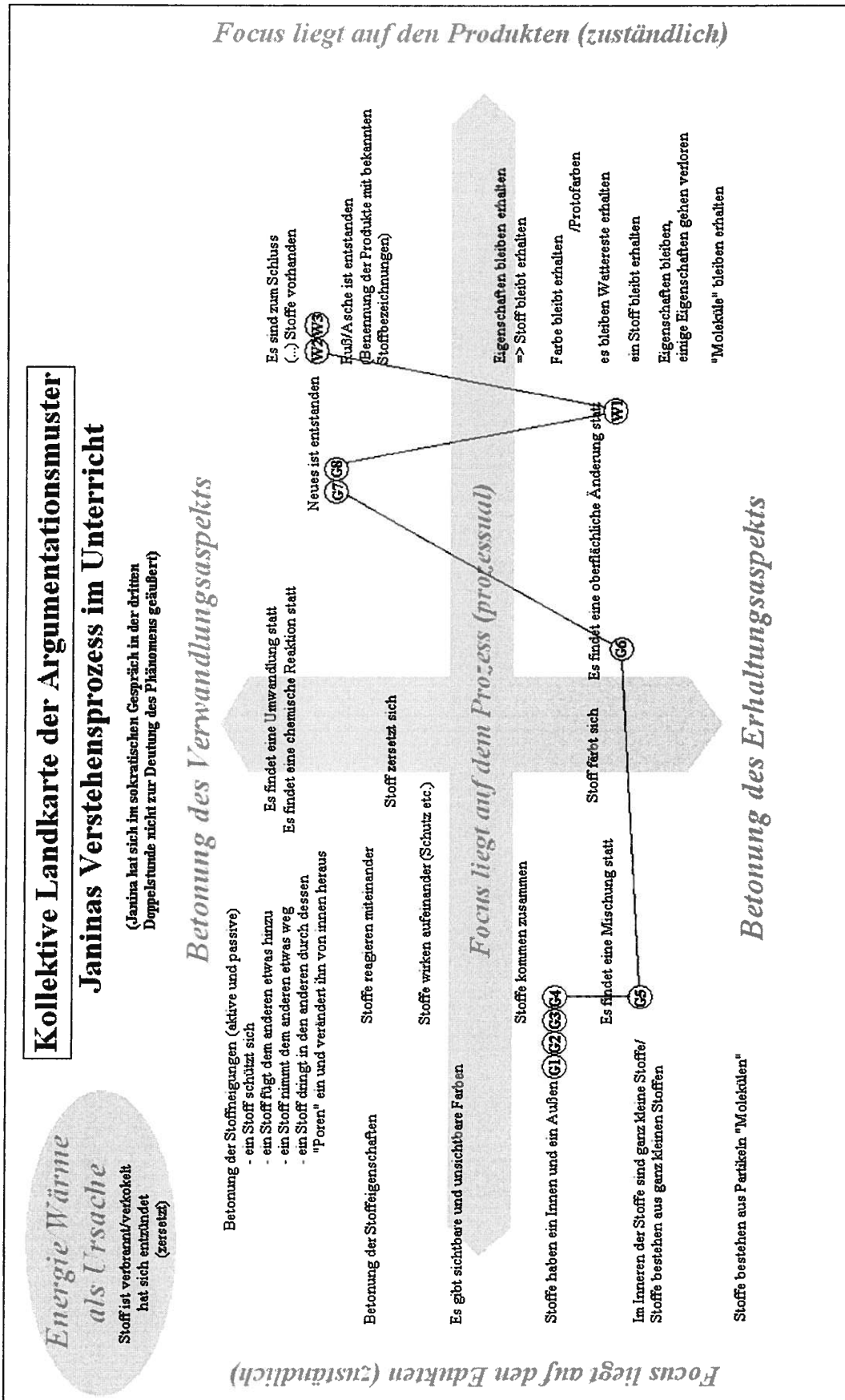
Janina betont sowohl den Erhaltungs- als auch den Verwandlungsaspekt (Interview Janina 8a 160, 162, 163 und 166), so dass sich ihre Argumentationsmuster durch folgende Struktur beschreiben lassen:

¹⁶⁶ „Das riecht jetzt mal wie verkohltes Fleisch.“ Pyrolyse von Baumwollwatte 200 G2A

¹⁶⁷ „Da kommt so ... komisches Glitzerding ...freigesetzt.“ Golddünen 8a 410 G2B.



Janina sieht die beobachteten chemischen Reaktionen vorwiegend als irreversible Prozesse an, bei denen etwas Neues entsteht und diese Veränderung auf den Partikeln, aus denen die Stoffe bestehen beruht, wobei diese als solche erhalten bleiben und von ihr symbolisch dargestellt werden würden.



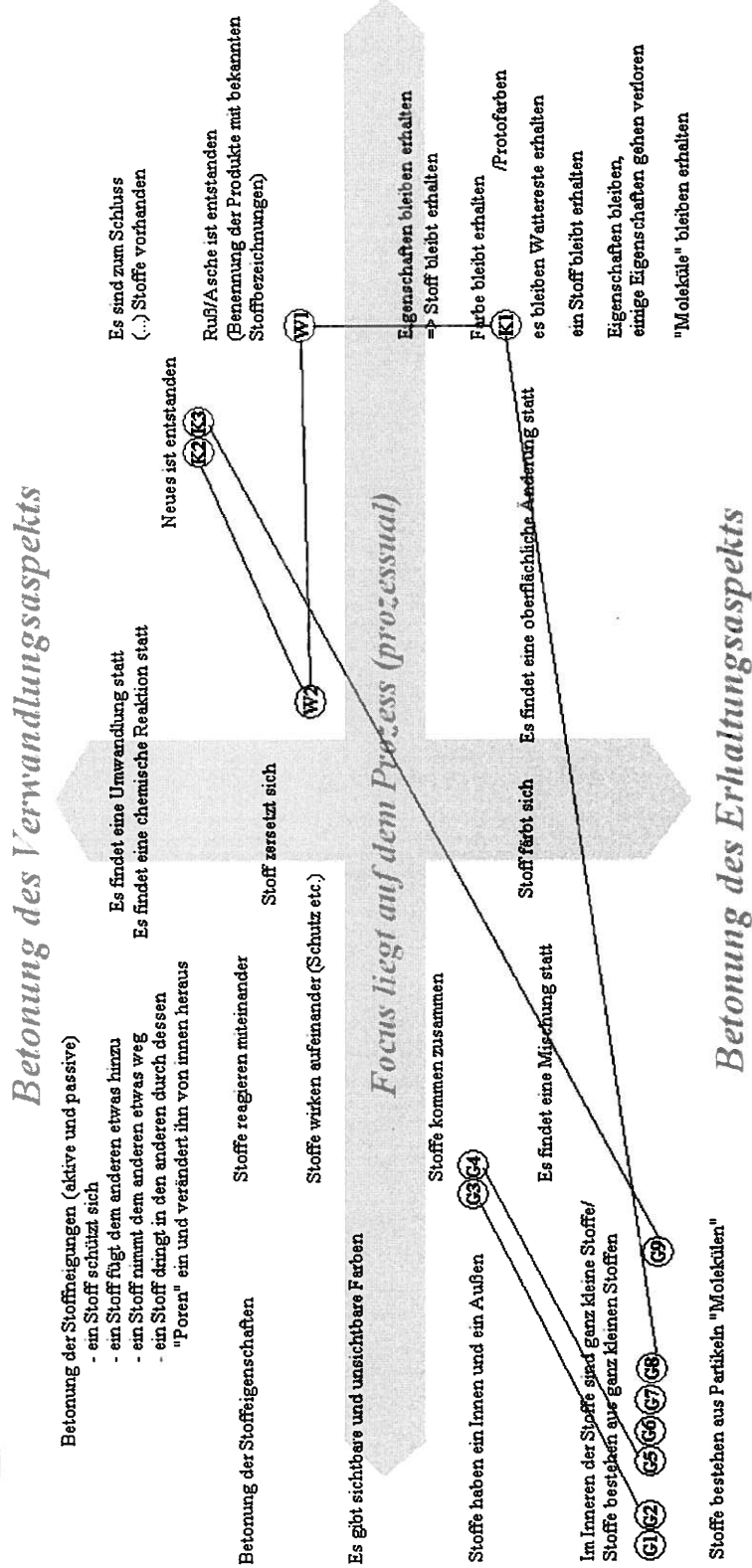
Janinas Verstehensprozess im Interview

als Ursache

**Stoff ist verbrannt/verkokelt
hat sich entzündet
(zersetzt)**

Focus liegt auf den Edukten (zuständig)

Focus liegt auf den Produkten (zuständiglich)



Janinas eingenommene Perspektive

Janina wechselt bei ihrer Argumentation zur Deutung der wahrgenommenen Phänomene beständig zwischen der **Kontinuums-Perspektive** und der **Diskontinuums-Perspektive**.

Vertieftes Verstehen

Janina sagt: „Es hat eine chemische Reaktion¹⁶⁸, eine Stoffumwandlung stattgefunden. Bei einer chemischen Reaktion entstehen neue Stoffe mit neuen Eigenschaften.“, dabei betont sie sowohl den Erhaltungs- als auch den Verwandlungsaspekt.

Die Schülerin verbindet mit dem Vorgang eine Vorstellung, die aus der Wahl von **eigenen** Worten oder Vergleichsworten deutlich wird.

Grundbegriffe der Chemie:

Die Schülerin argumentiert auf der Basis eines klaren Teilchenkonzeptes, mit dem sie die wahrgenommenen stofflichen Veränderungen zu deuten versucht. Diese Teilchen würde sie jedoch nicht materiell sondern symbolisch beschreiben.

Damit bewegt sich Janina auf der Rangstufe V in den Wagenscheinschen Rangstufen des Verstehens.

Kompetenzerwerb

Bei Janina lassen sich vor allem folgende Kompetenzen feststellen:

Aufmerksam sein:	Janina kann sich zumeist, wenn sie sich nicht von ihren Klassenkameradinnen ablenken lässt, von den eigenen Vorverständnissen absehend, auf das sinnliche Erleben konzentrieren.
Fragwürdigkeit erkennen:	Janina erkennt alle vier Phänomene als fragwürdig ¹⁶⁹ erkennen können
Beziehung konstituieren:	Janinas Äußerungen im Interview schließen auf eine Volition – sie will das Problem lösen und denkt das Problem weiter
Aushandeln:	Sie erzielt im Gespräch mit anderen, vor allem dem Interviewer eine Übereinkunft über den Gegenstand.

¹⁶⁸ Der Fachbegriff **Chemische Reaktion** wurde zwar vereinzelt schon während der Unterrichtssequenz von einzelnen Schülerinnen geäußert, jedoch erst unmittelbar im Anschluss als solcher im Unterricht eingeführt. Sowohl die Bearbeitung des Fragebogens als auch die klinischen Einzelinterviews wurden erst danach durchgeführt und folglich konnte der Begriff hierin als bekannt vorausgesetzt werden.

¹⁶⁹ Sie gibt im Fragebogen an, dass bei allen Versuchen für sie noch Rätsel offen bleiben.

Der Verstehensprozess von Jannik 8a

Jannik äußert sich im Unterricht phasenweise oft und ist auch dann konzentriert bei der Sache, lässt sich jedoch auch manchmal ablenken¹⁷⁰. Seine Aussagen lassen aufgrund der Verwendung eigener Wörter/Vergleichswörter zur Beschreibung der Wahrnehmungen den Schluss zu, dass er persönlich von den Versuchen affiziert ist (vergl. z.B.: Golddünen 8a 289, 290 G1B).

Im nach der Unterrichtssequenz ausgefüllten Fragebogen bezeichnet Jannik den Versuch mit der Chromatographie nicht als chemische Reaktion, die drei Folgeversuche jedoch als chemische Reaktionen.

Er begründet dies damit, dass bei der Papierchromatographie eine Farbe aus mehreren Farben (*bestehe* ergänzt. M.S.) Bei den anderen drei Versuchen bleibt er die Begründung schuldig. Demzufolge kann Janniks Kriterium für eine chemische Reaktion aus dem Fragebogen nicht eindeutig bestimmt werden.

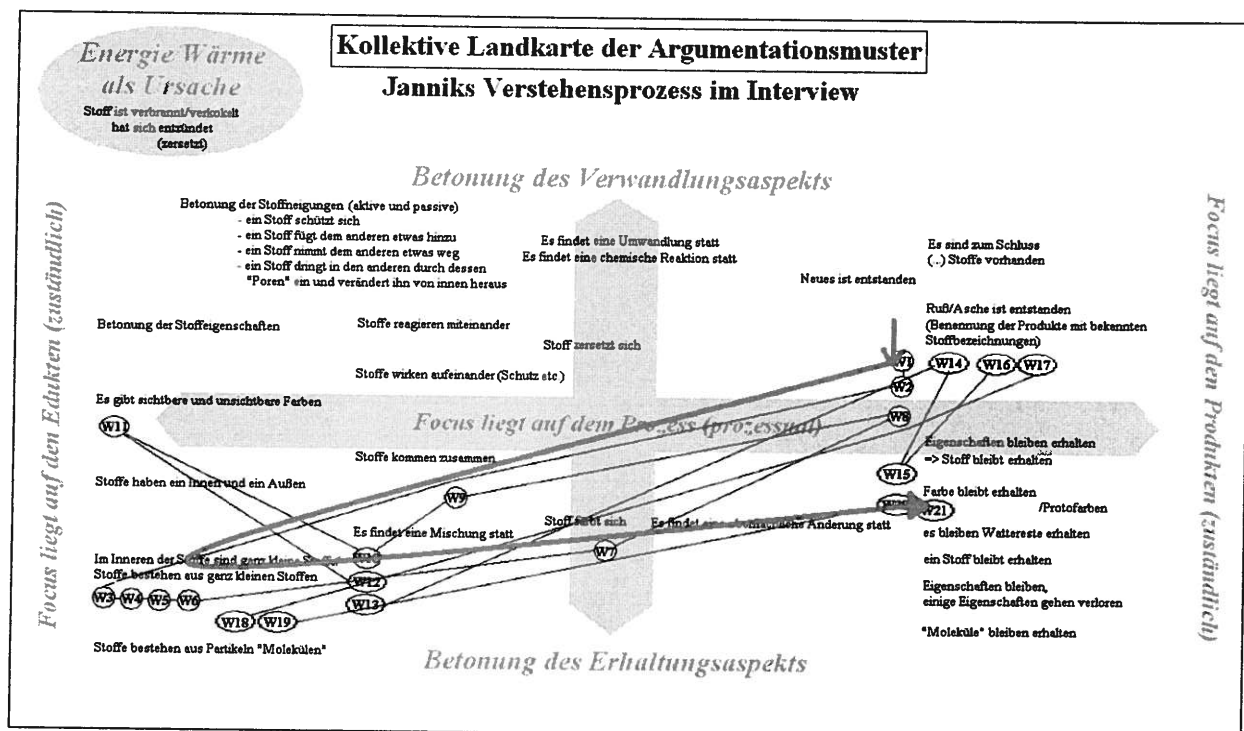
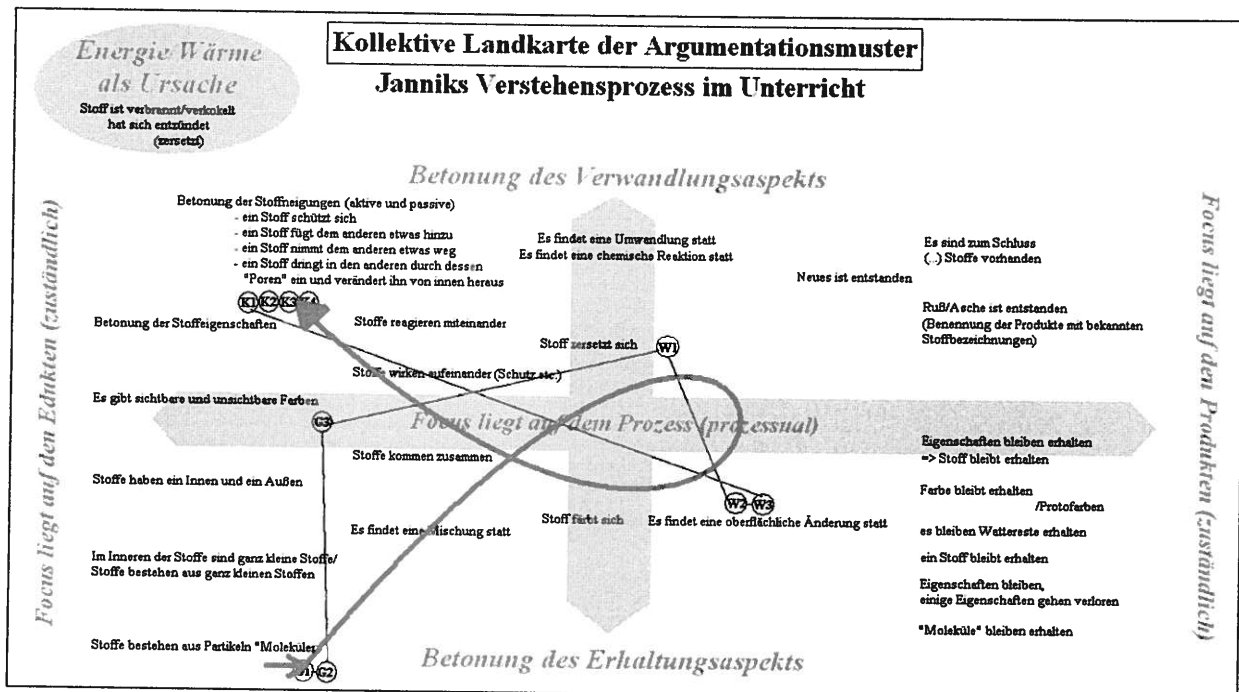
Er gibt an, noch nie darüber nachgedacht zu haben, ob Farbstoff und Farbe für ihn dasselbe seien. Seiner Ansicht nach sind bei allen Versuchen neue Farben und auch neue Farbstoffe entstanden, jedoch nur beim Versuch mit der Chromatographie seien vorhandene Farben, nicht aber Farbstoffe erhalten geblieben.

Dennoch gibt er an, dass sich bei der Chromatographie die Anzahl der Stoffe nicht geändert habe, bei allen anderen Versuchen weiß er es nicht. Bei dieser Fragestellung ist Janniks Argumentation nicht stimmig.

Am Ende des Fragebogens führt er nur beim ersten Versuche an, dass er verstanden habe, was passiere, bei den anderen dreien nur im „*so ungefähr*“. Demzufolge bleiben für ihn bei allen Versuchen außer bei dem zur Chromatographie noch Rätsel offen.

Im Interview zeigt sich, dass er eine klare Auffassung vom Aufbau der Stoffe hat, der eine Partikelvorstellung zu Grunde liegt (Vergl. Interview Jannik 100). Er vergleicht die Partikel mit Punkten (Interview Jannik 150), die er, das Beispiel des Interviewers aufgreifend mit *paints* (*Farbpunkten*) (Interview Jannik 144) bezeichnet.

¹⁷⁰ „(Spielt mit der Schutzbrille und setzt sie auf). Mein Name ist Bond - James Bond.“ Golddünen 8a 90 G1A.



Kollektive Landkarte der Argumentationsmuster

Janniks Verstehensprozess im Unterricht

Energie Wärme

als Ursache

Stoff ist verbrannt/verkokelt
hat sich entzündet
(zersetzt)

Betonung des Verwandlungsaspekts

Betonung der Stoffeigenschaften (aktive und passive)

- ein Stoff schützt sich
- ein Stoff fügt dem anderen etwas hinzu
- ein Stoff nimmt dem anderen etwas weg
- ein Stoff dringt in den anderen durch dessen "Poren" ein und verändert ihn von innen heraus

(K1)(G2)(G3)(K4)

Betonung der Stoffeigenschaften

Stoffe reagieren miteinander

Stoffe wirken aufeinander (Schutz etc.)

Stoff zersetzt sich (W1)

- Es findet eine Umwandlung statt
- Es findet eine chemische Reaktion statt

Neues ist entstanden

Es sind zum Schluss
(...) Stoffe vorhanden

Ruß/Asche ist entstanden
(Benennung der Produkte mit bekannten
Stoffbezeichnungen)

Es gibt sichtbare und unsichtbare Farben

Focus liegt auf dem Prozess (prozessual)

Stoffe kommen zusammen

Stoffe haben ein Innen und ein Außen

Im Inneren der Stoffe sind ganz kleine Stoffe/
Stoffe bestehen aus ganz kleinen Stoffen

Stoffe bestehen aus Partikeln "Molekülen"

(G1)(G2)

Es findet eine Mischung statt

Stoff färbt sich

Es findet eine oberflächliche Änderung statt

(W2)(W3)

Eigenschaften bleiben erhalten
-> Stoff bleibt erhalten

Farbe bleibt erhalten /Protofarben

es bleiben Wattereste erhalten

ein Stoff bleibt erhalten

Eigenschaften bleiben, einige Eigenschaften gehen verloren

"Moleküle" bleiben erhalten

Focus liegt auf den Produkten (zuständlich)

Focus liegt auf den Edukten (zuständlich)

Betonung des Erhaltungsaspekts

Kollektive Landkarte der Argumentationsmuster

Janniks Verstehensprozess im Interview

Energie Wärme

als Ursache

Stoff ist verbrannt/verkokelt
hat sich entzündet
(zersetzt)

Betonung des Verwandlungsaspekts

Betonung der Stoffeigenschaften (aktive und passive)

- ein Stoff schützt sich
- ein Stoff fügt dem anderen etwas hinzu
- ein Stoff nimmt dem anderen etwas weg
- ein Stoff dringt in den anderen durch dessen "Poren" ein und verändert ihn von innen heraus

Es findet eine Umwandlung statt
Es findet eine chemische Reaktion statt

Stoffe reagieren miteinander

Betonung der Stoffeigenschaften

Es gibt sichtbare und unsichtbare Farben

Stoffe wirken aufeinander (Schutz etc.)

Stoff zersetzt sich

Stoffe kommen zusammen

Stoffe zerfallen

Stoffe zerfallen

Stoffe zerfallen

Stoffe zerfallen

Stoffe zerfallen

Stoffe zerfallen

Stoffe zerfallen

Stoffe zerfallen

Stoffe zerfallen

Stoffe zerfallen

Stoffe zerfallen

Stoffe zerfallen

Stoffe zerfallen

Stoffe zerfallen

Stoffe zerfallen

Stoffe zerfallen

Focus liegt auf den Produkten (zuständlich)

Focus liegt auf den Produkten (zuständlich)

Betonung des Erhaltungsaspekts

Stoffe bestehen aus Partikeln "Molekülen"

Stoffe bestehen aus Partikeln "Molekülen"

Stoffe bestehen aus Partikeln "Molekülen"

Stoffe bestehen aus Partikeln "Molekülen"

Stoffe bestehen aus Partikeln "Molekülen"

Stoffe bestehen aus Partikeln "Molekülen"

Stoffe bestehen aus Partikeln "Molekülen"

Stoffe bestehen aus Partikeln "Molekülen"

Stoffe bestehen aus Partikeln "Molekülen"

Stoffe bestehen aus Partikeln "Molekülen"

Focus liegt auf dem Prozess (prozessual)

Es sind zum Schluss
(...) Stoffe vorhanden

Neues ist entstanden

Ruß/Asche ist entstanden
(Benennung der Produkte mit bekannten
Stoffbezeichnungen)

Eigenschaften bleiben erhalten
=> Stoff bleibt erhalten

Farbe bleibt erhalten / Protofarben

es bleiben Wattereste erhalten

ein Stoff bleibt erhalten

Eigenschaften bleiben,
einige Eigenschaften gehen verloren

"Moleküle" bleiben erhalten

"Moleküle" bleiben erhalten

"Moleküle" bleiben erhalten

"Moleküle" bleiben erhalten

"Moleküle" bleiben erhalten

"Moleküle" bleiben erhalten

"Moleküle" bleiben erhalten

"Moleküle" bleiben erhalten

Jannik sieht die beobachteten Phänomene vorwiegend als Mischen und Entmischen von Stoffen an, wobei für ihn der Verwandlungsaspekt fast keine Rolle spielt.

Janniks eingenommene Perspektive

Jannik argumentiert bei der Deutung der wahrgenommenen Phänomene rein aus der **Diskontinuums-Perspektive**. Seiner Ansicht nach sind Partikel vorhanden, die Vorstellung vom Vorhandensein solcher Partikel wird ausschließlich zur Erklärung des Phänomens herangezogen, eine Stoffumwandlung als solche sieht Jannik nicht.

Vertieftes Verstehen

Jannik sagt: „Es hat eine chemische Reaktion, eine Stoffumwandlung stattgefunden.“ Jannik sagt nicht: „Bei einer chemischen Reaktion entstehen neue Stoffe mit neuen Eigenschaften.“ Er argumentiert mit den Bestandteilen der Stoffe und bleibt die Begründung für das Erscheinen einer chemischen Reaktion schuldig.

Das Paar

Eigenschaften bleiben erhalten

⇒ Stoffe bleiben erhalten

beziehungsweise:

Eigenschaften gehen verloren

⇒ Stoffe gehen verloren

bleibt ihm daher verschlossen.

Dennoch verbindet Jannik mit dem Vorgang eine Vorstellung, die aus der Wahl von **eigenen** Worten oder Vergleichsworten deutlich wird.

Grundbegriffe der Chemie

Er argumentiert auf der Basis eines klaren Teilchenkonzeptes, das aus seiner Argumentation eindeutig erkennbar ist.

Aus diesem Grund schwer, Janniks Verstehen in Wagenscheins Rangstufen einzuordnen. Streng genommen müsste man seinen Verstehen als eines der Stufe I (nur verbal) einordnen.

Kompetenzerwerb

Bei Jannik lassen sich vor allem folgende Kompetenzen finden:

- | | |
|---------------------------------|--|
| Aufmerksam sein: | Jannik kann sich, von den eigenen Vorverständnissen absehend, auf das sinnliche Erleben konzentrieren. |
| Fragwürdigkeit erkennen: | Jannik begreift die dargebotenen Experimente als fremd/fragwürdig. |
| Versprachlichen: | Er formuliert den Sinnzusammenhang in eigenen Worten. |

Der Verstehensprozess von Julia K. 8b

Julia ist in allen Unterrichtsstunden sehr konzentriert bei der Sache. Beim Versprachlichen ihrer Wahrnehmungen im Vorfeld der sokratischen Gespräche während der Gruppenarbeitsphasen zeigen deutlich ihre Bemühungen, eigene Worte zu finden und ihre Wahrnehmungen mit bereits Gelerntem zu verbinden¹⁷¹.

Im nach der Unterrichtssequenz ausgefüllten Fragebogen bezeichnet Julia nur die Pyrolyse von Baumwollwatte und die Reaktion von Kupfer mit Schwefel als chemische Reaktionen.

Sie begründet dies damit, dass bei der Papierchromatographie keine Wärme oder Veränderungen da waren, weil es bei den Golddünen nur eine Vermischung sei, und weil auf der anderen Seite Watte am Ende des Versuchs verschiedene Eigenschaften gezeigt hat und weil Kupfer am Anfang biegsam war und hinterher schwarz sei (sie bezeichnet also das Reaktionsprodukt auch noch als Kupfer). Ihr Indikator für eine chemische Reaktion ist, dass etwas Neues beziehungsweise eine Zustandsänderung eingetreten ist, wobei für sie die Wärme eine entscheidende Rolle spielt.

Ihrer Ansicht nach sind bei allen Versuchen neue Farben entstanden, jedoch auch bei allen Versuchen schon vorhandene Farben erhalten geblieben.

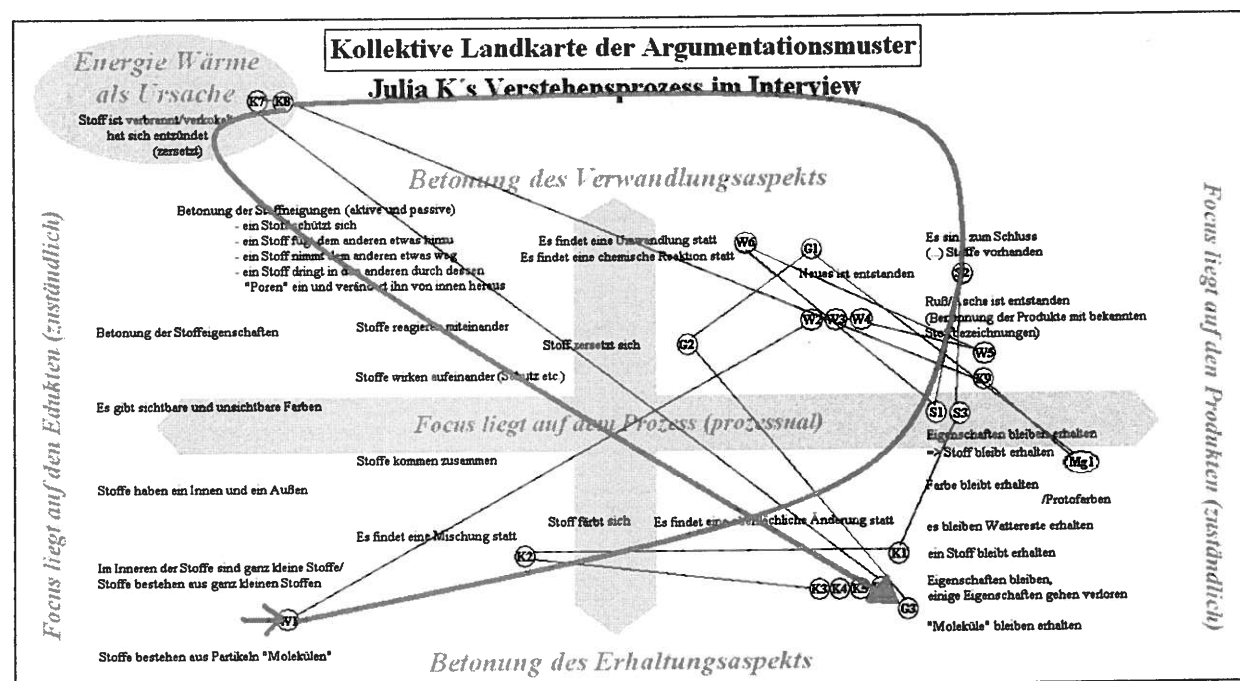
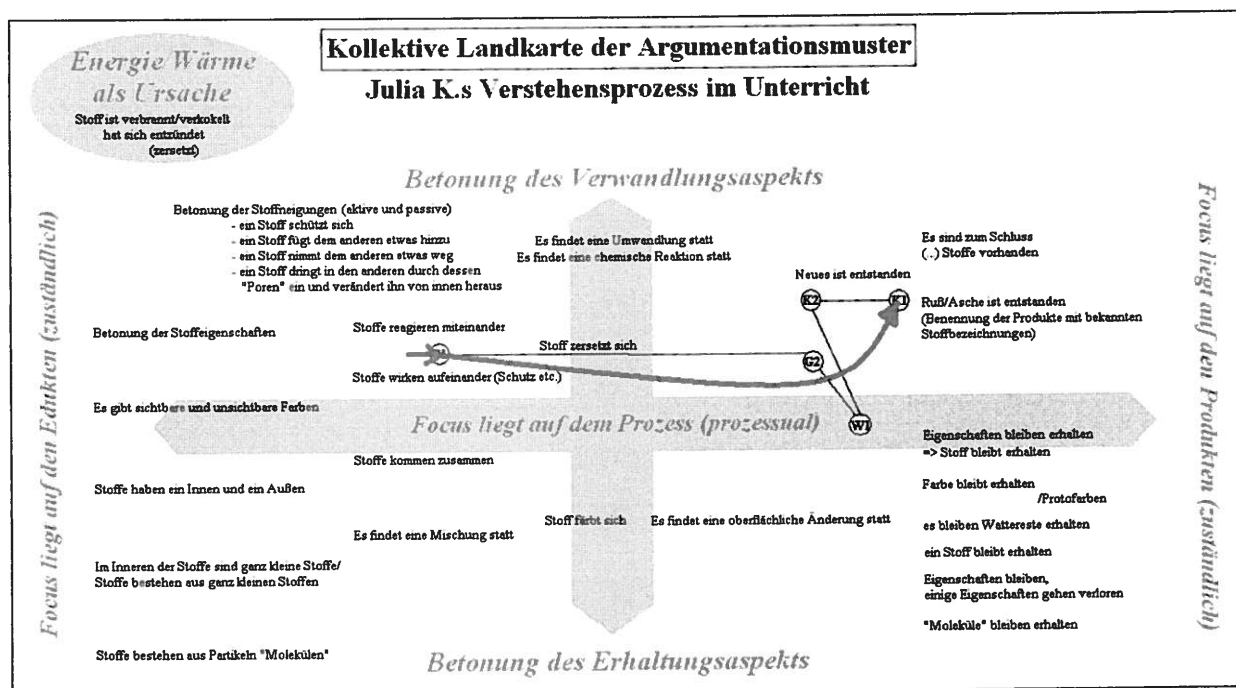
Ebenso sind ihrer Ansicht nach bei allen Versuchen neue Farbstoffe entstanden, jedoch auch bei allen Versuchen schon vorhandene Farbstoffe erhalten geblieben, an dieser Stelle differenziert sie also noch nicht Farbe von Farbstoff.

Später gibt sie an, bei allen Versuchen habe sich die Anzahl der Stoffe verändert, beim Golddünenversuch seien am Ende des Versuchs weniger, bei den anderen Versuchen mehr Stoffe als am Anfang vorhanden.

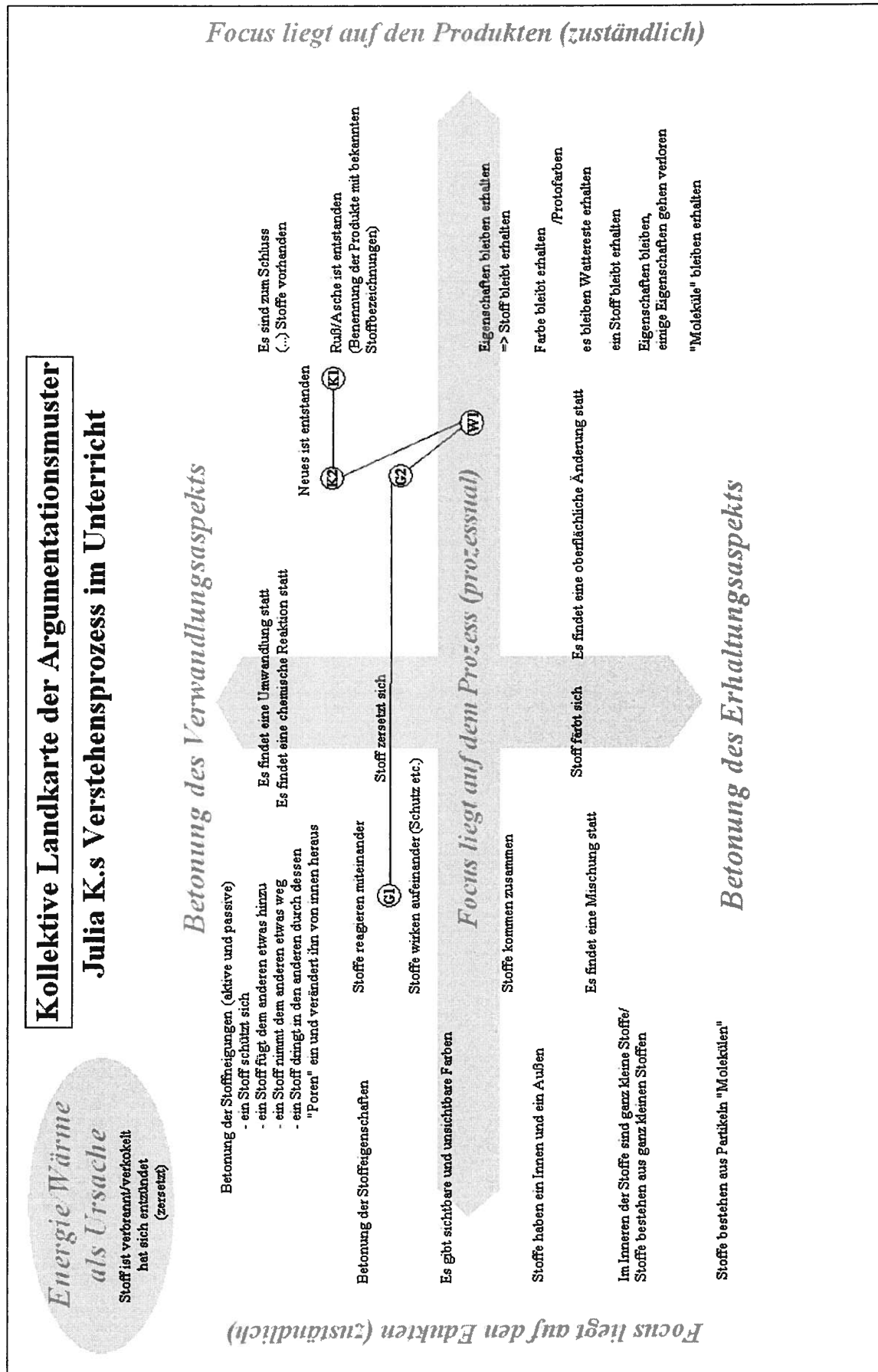
Im Verlauf des Interviews gibt sie an, wie auch am Ende des Fragebogens, dass sie bei den ersten beiden Versuchen im großen Ganzen verstanden habe, was bei den einzelnen Versuchen passiere, bei den letzten beiden Versuchen gibt sie darauf keine Antwort. Jedoch bleiben für sie bei der Chromatographie und beim Golddünenversuch noch Rätsel offen und bei den anderen beiden Versuchen macht sie keine Aussage darüber, ob noch Fragen offen bleiben.

Im Interview unterscheidet sie klar zwischen Farbstoffen und Farben und gibt von selbst den Grund in einer Partikelvorstellung an (Interview Julia K. 8b 12). Die Reaktionsprodukte benennt sie einmal genauso wie die Edukte (Interview Julia K. 8b 131), andererseits jedoch auch „*Wattesulfid*“ (Interview Julia K. 8b 50) und „*Kupfersulfid*“ (Interview Julia K. 8b 122). Demnach ist für sie sowohl der Erhaltungsaspekt als auch der Verwandlungsaspekt von Bedeutung, ihre Argumentation lässt sich durch folgende Grenzstrukturen beschreiben:

¹⁷¹ „Ich habe geschrieben dass die irgendwie so.... magnetisch..... aufeinander reagieren, weil, wenn man nicht rührt, kann sich es ja eigentlich nicht vermischen. Also es muss sich ja irgendwie anziehen. Und.... dass da manche... dass das bei dem einen Stoff ist das jetzt plus und minus Pol... und die ... minus und plus Pol ... die kommen dann halt zusammen ... und dann gibt's halt irgendwie ...und dann gibt es auch wieder Pole, die dann sich wieder abstoßen.“ Golddünen 8b 537B.



Julia K. sieht die beobachteten Phänomene teilweise als chemische Reaktionen an und teilweise nicht. Für sie sind neue Eigenschaften und teilweise auch Wärmeeinwirkung für eine chemische Reaktion konstitutiv, wobei sie eine Farbänderung nicht als „wirkliche“ Veränderung begreift.



Kollektive Landkarte der Argumentationsmuster

Julia K's Verstehensprozess im Interview

Energie/Wärme
als Ursache

Stoff ist verbrannt/verkokelt
hat sich entzündet
(zersetzt)

Betonung des Verwandlungsaspekts

Betonung der Stoffeigenschaften (aktive und passive)

- ein Stoff schützt sich
- ein Stoff fügt dem anderen etwas hinzu
- ein Stoff nimmt dem anderen etwas weg
- ein Stoff dringt in den anderen durch dessen "Poren" ein und verändert ihn von innen heraus

Betonung der Stoffeigenschaften

Stoffe reagieren miteinander

Stoffe wirken aufeinander (Schutz etc.)

Es gibt sichtbare und unsichtbare Farben

Stoffe haben ein Innen und ein Außen

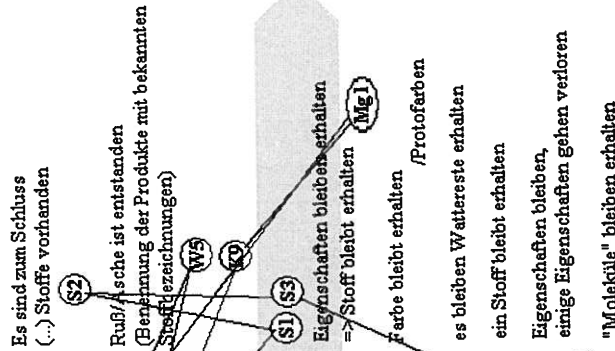
Im Inneren der Stoffe sind ganz kleine Stoffe/
Stoffe bestehen aus ganz kleinen Stoffen

Stoffe bestehen aus Partikeln "Molekülen"

Focus liegt auf den Produkten (zuständlich)

Focus liegt auf dem Prozess (prozeßual)

Betonung des Erhaltungsaspekts



Focus liegt auf den Edukten (zuständlich)

Julias eingenommene Perspektive

Julia argumentiert bei der Deutung der wahrgenommenen Phänomene zunächst aus der **Diskontinuums-Perspektive** wechselt dann im Verlauf des Interviews in die **Kontinuums-Perspektive**.

Vertieftes Verstehen

Julia sagt: „Es hat eine chemische Reaktion¹⁷², eine Stoffumwandlung stattgefunden. Bei einer chemischen Reaktion entstehen neue Stoffe mit neuen Eigenschaften.“

Sie argumentiert in beide Richtungen: Eigenschaften bleiben erhalten → Stoffe bleiben erhalten beziehungsweise: Eigenschaften gehen verloren → Stoffe gehen verloren, wobei ihr das Prinzip des Wandels in der Erhaltung ausdrücklich wichtig ist (Interview Julia K. 8b 189).

Die Schülerin verbindet mit dem Vorgang eine Vorstellung, die aus der Wahl von **eigenen** Worten oder Vergleichsworten deutlich wird (Golddünen 8b 537B).

Grundbegriffe der Chemie

Die Schülerin argumentiert anfänglich aufgrund eines Teilchenkonzeptes, das sie jedoch später im Verlauf des Interviews wieder verlässt und nun aufgrund der Lavoisierschen Prinzipes die Erhaltung im Wandel beziehungsweise den Wandel in der Erhaltung betont.

Aus diesem Grund kann ihr Verstehen zwischen den Wagenscheinschen Rangstufen III und IV eingeordnet werden.

Kompetenzerwerb

Bei Julia lassen sich vor allem folgende Kompetenzen feststellen:

Aufmerksam sein, Beziehung konstituieren und versprachlichen: Julia K. konzentriert sich, von den eigenen Vorverständnissen absehend, auf das sinnliche Erleben konzentrieren und gibt sich große Mühe, dieses zu versprachlichen und dann mit bereits Gelerntem in Verbindung zu bringen (Golddünen 8b 537B).

Fragwürdigkeit erkennen: Julia K. begreift die dargebotenen Experimente als fremd/fragwürdig (Interview Julia K. 8b 206 207).

¹⁷² Der Fachbegriff **Chemische Reaktion** wurde zwar vereinzelt schon während der Unterrichtssequenz von einzelnen Schülerinnen geäußert, jedoch erst unmittelbar im Anschluss als solcher im Unterricht eingeführt. Sowohl die Bearbeitung des Fragebogens als auch die klinischen Einzelinterviews wurden erst danach durchgeführt und folglich konnte der Begriff hierin als bekannt vorausgesetzt werden.

Der Verstehensprozess von Max 8b

Max äußert sich im Unterricht oft und ist in allen Unterrichtsstunden meist konzentriert bei der Sache. Seine Äußerungen im Vorfeld der sokratischen Gespräche während der Gruppenarbeitsphasen und bei der Schilderung der Beobachtungen zeigen, dass er versucht, die beobachteten Phänomene gedanklich zu erfassen und richtig zu benennen.¹⁷³

Im nach der Unterrichtssequenz ausgefüllten Fragebogen bezeichnet Max den Versuch mit der Chromatographie nicht als chemische Reaktion, die drei Folgeversuche jedoch als chemische Reaktionen.

Er begründet dies damit, dass sich bei der Papierchromatographie die schwarze Farbe in ihre Mischfarben zurückgebildet habe. Bei den Golddünen sei aus den Stoffen ein neuer Stoff entstanden.

Bei der Pyrolyse von Baumwollwatte hat Max erst bei „Chemische Reaktion“ „Nein“ angekreuzt, dann jedoch das Kreuz wieder gelöscht und bei „Ja“ gesetzt. Zur Begründung hat er angegeben: „Die Watte saugt nach dem Versuch immer noch Wasser auf. Sie ist nur schwarz.“ Dies lässt den Schluss zu, dass er die Begründung noch zu seiner ersten Antwort gegeben hat. Bei der Reaktion von Kupfer mit Schwefel gibt er als Begründung an, Schwefel stiege am Kupfer hoch und kehre danach in seine Grundform zurück.

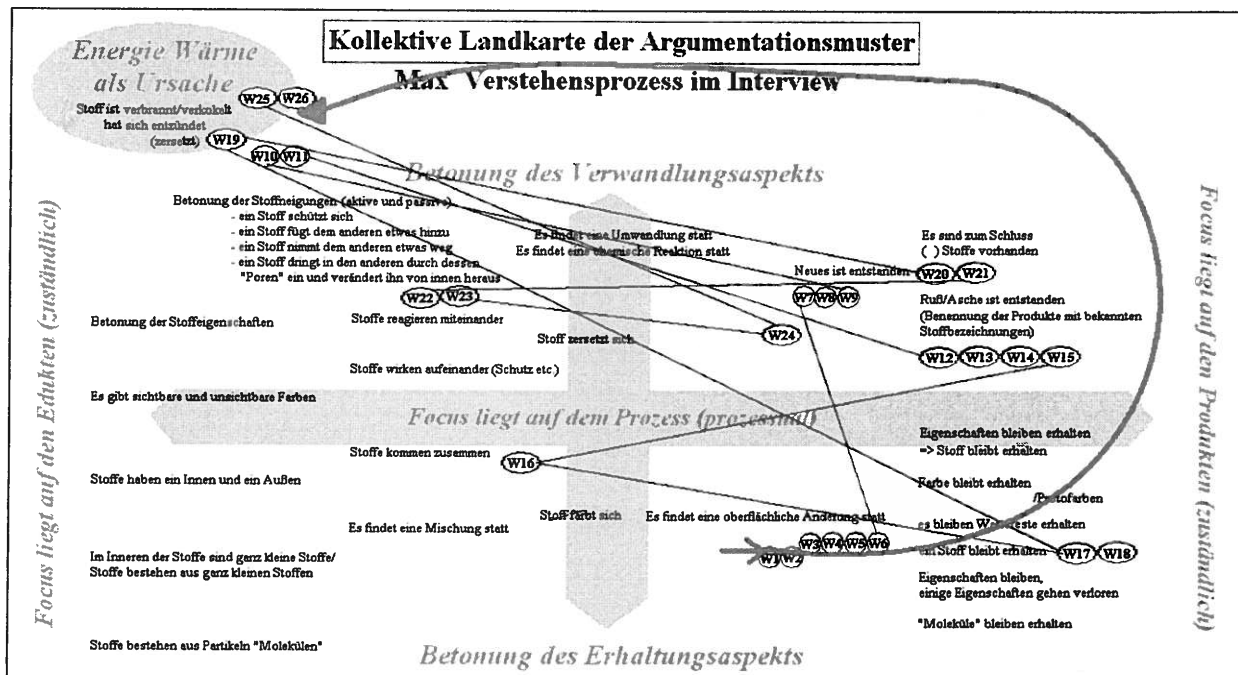
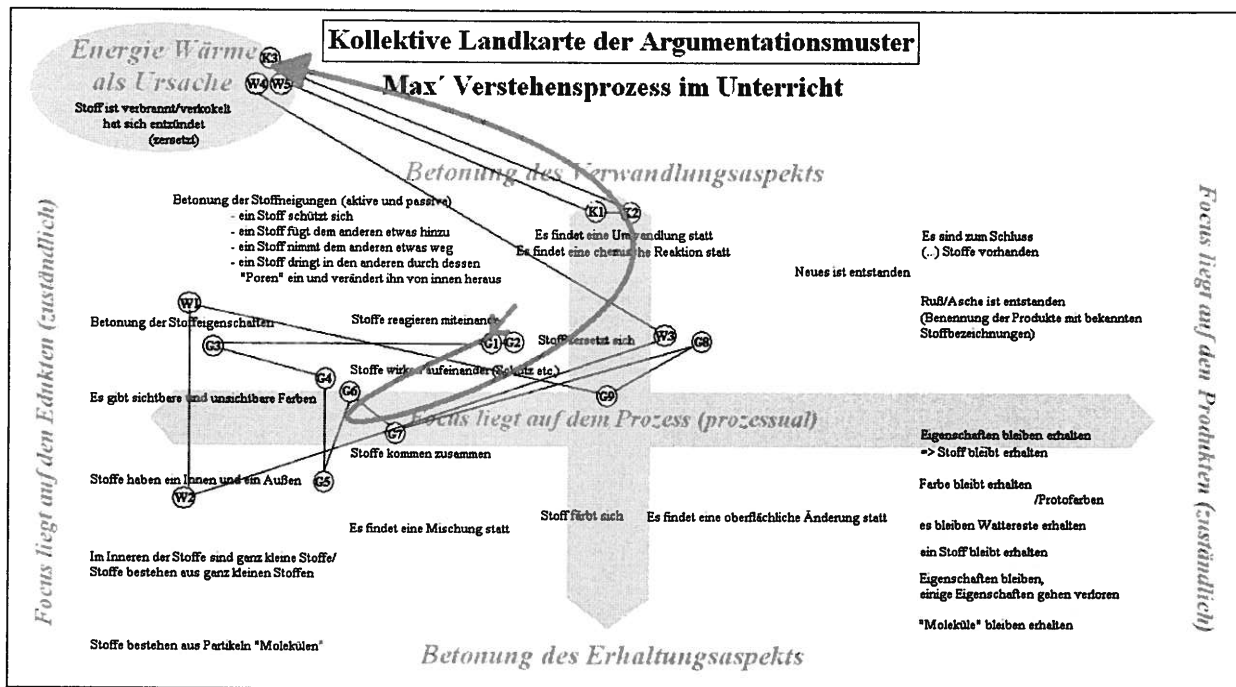
Sein Indikator für eine chemische Reaktion ist beim Golddünenversuch, dass etwas Neues entstanden beziehungsweise eine Zustandsänderung eingetreten ist, jedoch ist die Begründung für eine chemische Reaktion beim Versuch mit Kupfer und Schwefel nicht zu dieser kohärent. Demzufolge kann Max' Kriterium für eine chemische Reaktion aus dem Fragebogen nicht eindeutig bestimmt werden.

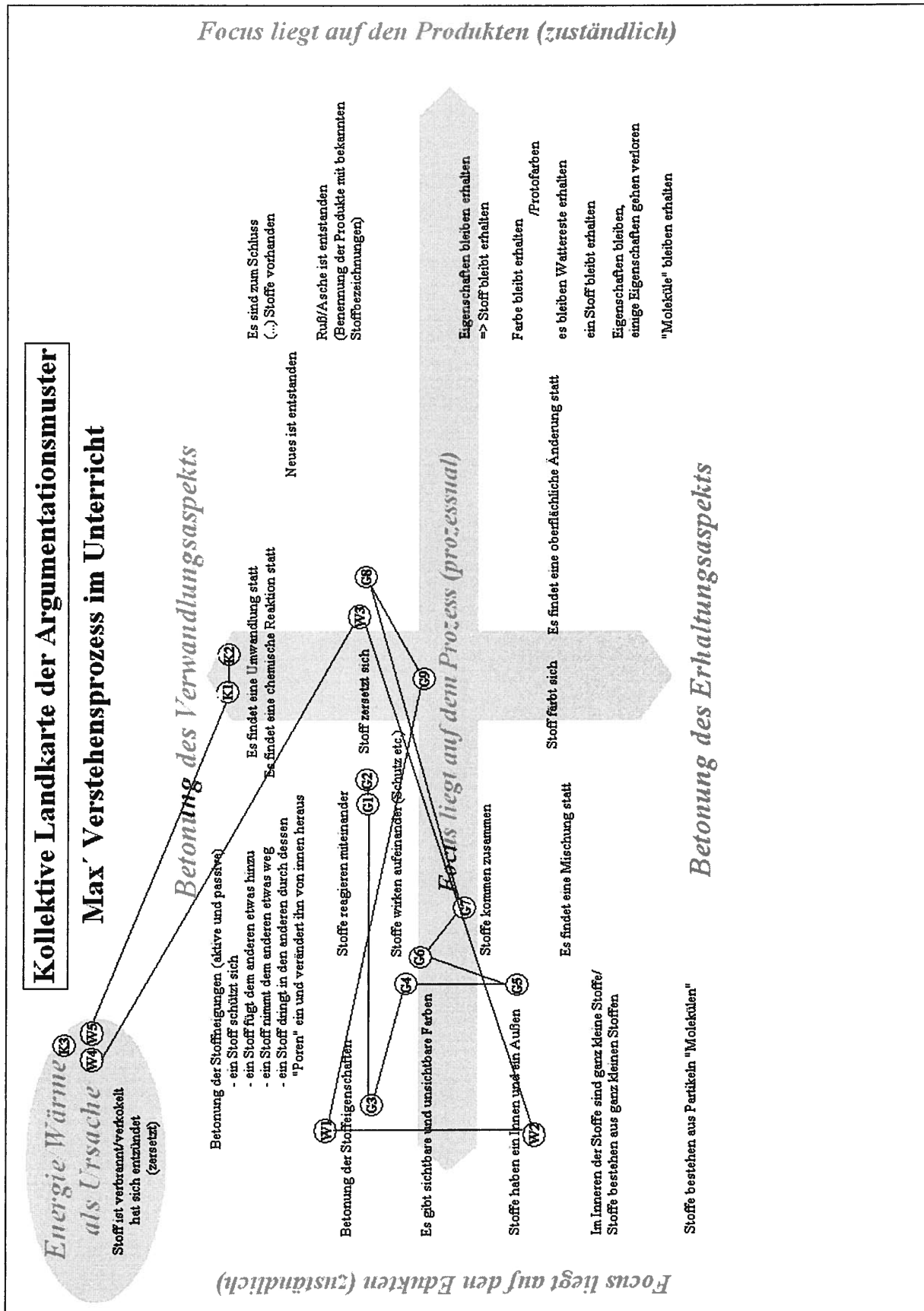
Seiner Ansicht nach sind bei allen Versuchen außer dem mit Kupfer und Schwefel neue Farben entstanden, jedoch auch bei allen Versuchen außer diesem letzten schon vorhandene Farben erhalten geblieben. Ebenso sind seiner Ansicht nach bei allen Versuchen neue Farbstoffe entstanden, jedoch auch nur bei den ersten beiden Versuchen schon vorhandene Farbstoffe erhalten geblieben, an dieser Stelle differenziert er also zwischen Farbe und Farbstoff. Auch bei dieser Fragestellung ist Max' Argumentation nicht stimmig, denn er gibt an, dass beim Versuch mit Kupfer und Schwefel **keine neuen** Farben entstanden, gibt aber an, dass schwarz, rot und gelb die Farben seien, **die neu** entstanden seien.

Am Ende des Fragebogens führt er nur bei den ersten beiden Versuchen an, dass er verstanden habe, was bei den einzelnen Versuchen passiere, bei den anderen beiden nur im „Großen und Ganzen“ beziehungsweise nur „so ungefähr“. Jedoch bleiben für ihn bei allen Versuchen außer bei dem zur Chromatographie noch Rätsel offen.

Im Interview legt Max viel Wert darauf, die Rolle der Wärme als Ursache für das Zustandekommen der Phänomene zu betonen (Interview Max 8b 24, 106, 220, 224). Auf die Aufforderung des Interviewers hin, den Versuch mit der Watte zu zeichnen, beginnt er eine wirklichkeitsgetreue Darstellung, jedoch auch auf den Hinweis des Interviewers, dass Max wohl gerne noch etwas zeichnen würde, was man nicht sehen kann (Interview Max 8b 201) bejaht er das, sagt aber kein Wort über eine Teilchenvorstellung oder ähnliches (Interview Max 8b 202, 204), wie im gesamten Interview nicht. Max bringt immer wieder Beispiele aus seinem breiten Alltagswissen in das Gespräch mit ein (z. B.: Interview Max 8b 48, 76), jedoch folgt er eher dem, von dem er glaubt, dass es der Interviewer hören will (Interview Max 8b 44, 46, 71-75, 79-84).

¹⁷³ z.B.: „Also, es hat eine chemische Reaktion gegeben, und dass halt der Schwefel sich ausdehnt und dass es ein bisschen zäh wird und der Schwefel steigt, also so flüssig wird....“ Kupfer und Schwefel 8b 339B.





Kollektive Landkarte der Argumentationsmuster

Max' Verstehensprozess im Interview

Energie Wärme

als Ursache

Stoff ist verbrannt/verkokelt
hat sich entzündet
(zersetzt)

W25 X W26

W19

W10 (W11)

Betonung der Stoffeigenschaften (aktive und passive)

- ein Stoff schützt sich
- ein Stoff fügt dem anderen etwas hinzu
- ein Stoff nimmt dem anderen etwas weg
- ein Stoff dringt in den anderen durch dessen "Poren" ein und verändert ihn von innen heraus

Es sind zum Schluss
(...) Stoffe vorhanden

W20 X W21

Ruß/Asche ist entstanden
(Benennung der Produkte mit bekannten
Stoffbezeichnungen)

W12 X W13 X W14 X W15

Es findet eine Umwandlung statt
Es findet eine chemische Reaktion statt

W7 X W8 X W9

Neues ist entstanden

W22 X W23

Stoff zersetzt sich

Stoffe reagieren miteinander
Stoffe wirken aufeinander (Schutz etc.)

Betonung der Stoffeigenschaften

Es gibt sichtbare und unsichtbare Farben

Stoffe haben ein Innen und ein Außen

Im Inneren der Stoffe sind ganz kleine Stoffe/
Stoffe bestehen aus ganz kleinen Stoffen

Stoffe bestehen aus Partikeln "Molekülen"

Betonung des Verwandelungsaspekts

Focus liegt auf dem Prozess (prozessual)

Eigenschaften bleiben erhalten
=> Stoff bleibt erhalten

Farbe bleibt erhalten
/Protofarben

es bleiben Wattereste erhalten

ein Stoff bleibt erhalten

W17 X W18

Eigenschaften bleiben,
einige Eigenschaften gehen verloren

"Moleküle" bleiben erhalten

Stoff färbt sich

Es findet eine oberflächliche Änderung statt

W1 X W2

W3 X W4 X W5 X W6

Stoffe kommen zusammen

Es findet eine Mischung statt

Focus liegt auf den Edukten (zuständlich)

Betonung des Erhaltungsaspekts

Max sieht die beobachteten Phänomene vorwiegend als chemische Reaktionen an, wobei er den Begriff, obwohl er vorher nicht im Unterricht genannt wurde ausdrücklich gebraucht und auch teilweise eine klare Vorstellung einer Stoffumwandlung hat, die auch das Gesetz der Erhaltung der Masse beinhaltet. Allerdings ist er nicht immer in der Lage, diese Vorstellung immer bei der Beantwortung von Fragen beispielsweise im Fragebogen zugrunde zu legen und seine Argumentation bleibt teilweise widersprüchlich.

Max' eingenommene Perspektive

Max argumentiert bei der Deutung der wahrgenommenen Phänomene rein aus der **Kontinuums-Perspektive**. Es wird eindeutig nur auf der Wahrnehmungsebene, der stofflichen Ebene argumentiert, wenn versucht wird, das Phänomen zu deuten, und nicht von ihr abstrahiert.

Auch durch den Hinweis des Interviewers, er wolle wohl noch etwas schwer zu Zeichnendes dazusetzen, kam kein Anhaltspunkt für eine Teilchenvorstellung.

Vertieftes Verstehen

Max sagt ausdrücklich: „Es hat eine chemische Reaktion, eine Stoffumwandlung stattgefunden“.

Er macht dies im Unterricht an neuen Stoffeigenschaften fest, wobei er nicht immer stringent argumentiert und sich auch in Widersprüche verwickelt.

Aus diesem Grund kann sein Verstehen auf der Rangstufe II (verfügend / bedienend) auf der Wagenscheinschen Stufenskala eingeordnet werden.

Kompetenzerwerb

Bei Max lassen sich vor allem folgende Kompetenzen finden:

- | | |
|---------------------------------|--|
| Aufmerksam sein: | Max kann sich, wie im Unterricht immer wieder deutlich wird, von den eigenen Vorverständnissen absehend, ganz und gar auf das sinnliche Erleben konzentrieren. |
| Fragwürdigkeit erkennen: | Max erkennt die Phänomene für sich als fragwürdig an, da er angibt, dass bei den drei chemischen Reaktionen für ihn noch Rätsel bleiben. |

Der Verstehensprozess von Pascal 8a

Pascal äußert sich im Unterricht oft und er ist in allen Unterrichtsstunden konzentriert bei der Sache. Seine Äußerungen im Vorfeld der sokratischen Gespräche während der Gruppenarbeitsphasen und bei der Schilderung der Beobachtungen lassen aufgrund der Verwendung eigener Wörter/Vergleichswörter zur Beschreibung der Wahrnehmungen den Schluss zu, dass er persönlich von den Versuchen affiziert ist.¹⁷⁴

Im nach der Unterrichtssequenz ausgefüllten Fragebogen finden sich jedoch bei der Beurteilung der Versuche logische Widersprüche.

So gibt er an, beim Versuch mit der Papierchromatographie habe keine chemische Reaktion stattgefunden, auch ändere sich die Zahl der Stoffe nicht, bei der Kurzbeschreibung von Versuch 1 jedoch bezeichnet er diesen als chemische Reaktion und dass neue Stoffe und Farben entstanden seien.

Auch gibt er an, Farbe und Farbstoff seien nicht dasselbe, beantwortet aber die Frage, ob neue Farbstoffe entstanden seien bei den drei chemischen Reaktionen überhaupt nicht, gibt aber bei diesen Versuchen an, es seien am Ende des Versuches weniger Stoffe vorhanden beziehungsweise neue Stoffe entstanden.

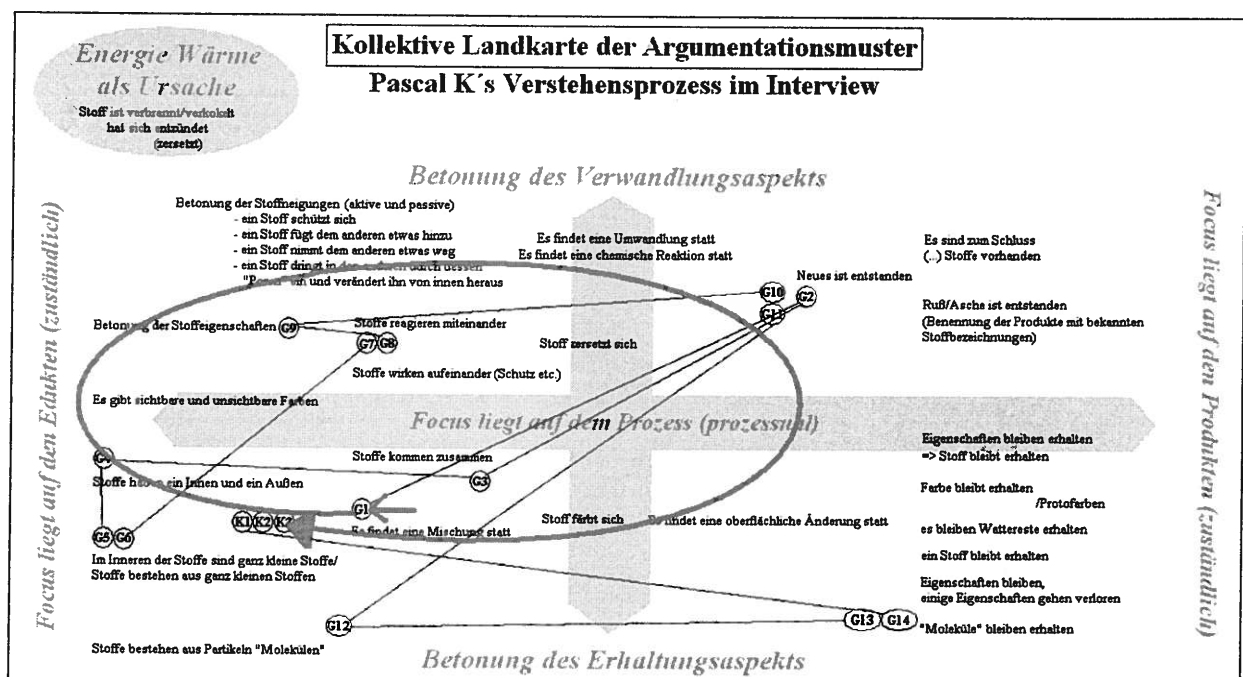
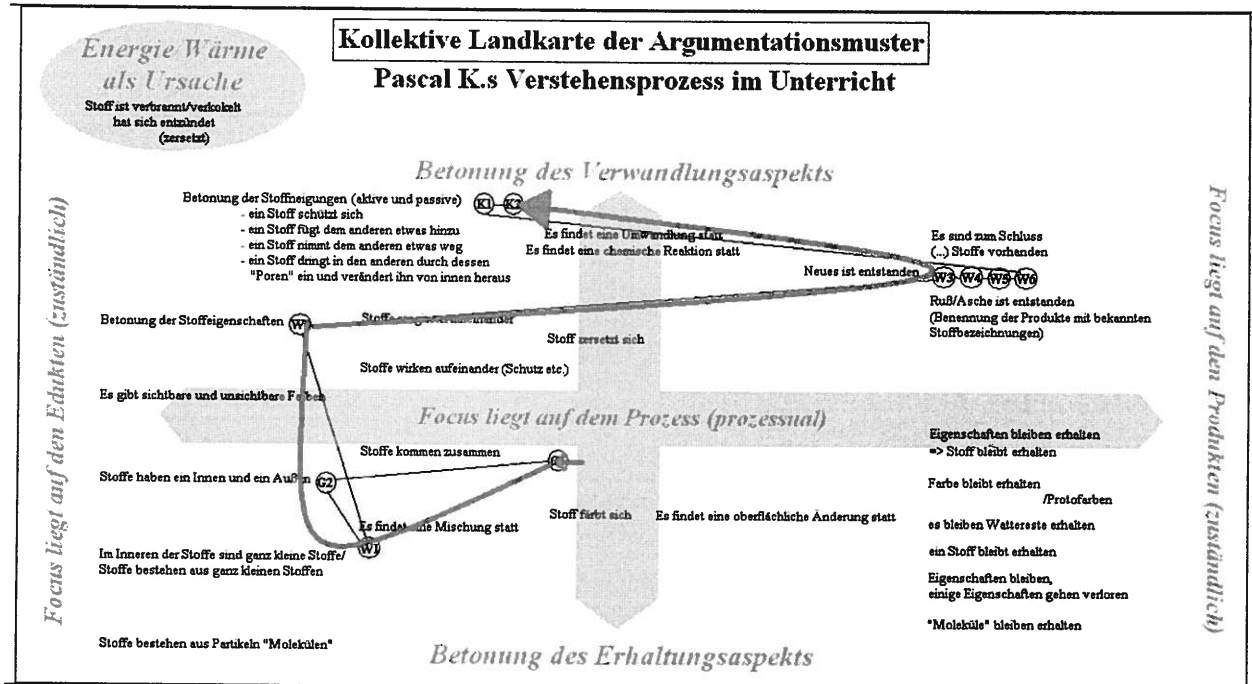
Er behauptet bei allen vier Versuchen verstanden zu haben, was „eigentlich“ passierte, nur beim Golddünenversuch und bei dem Versuch mit Kupfer und Schwefel blieben noch Rätsel.

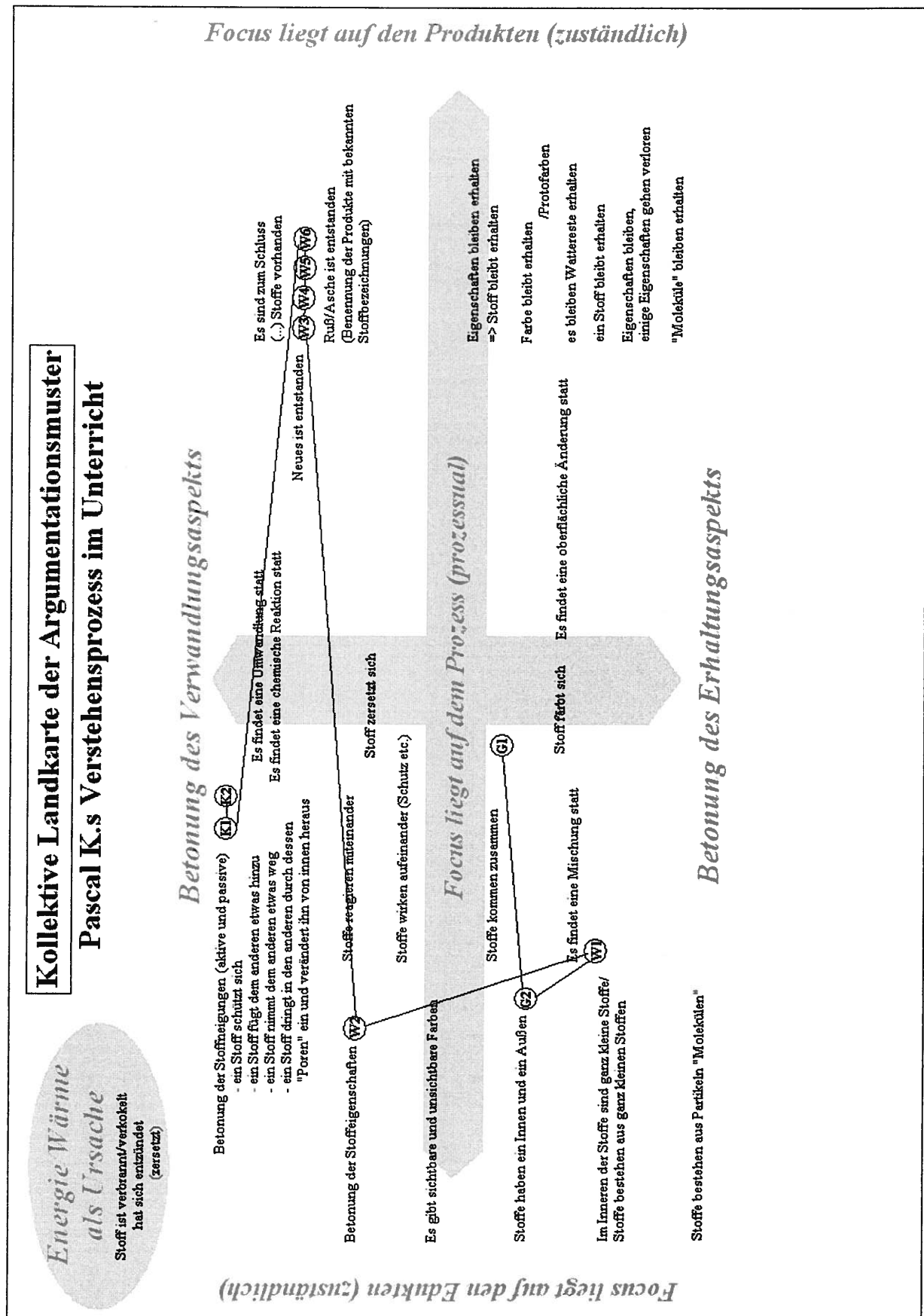
Im Interview kann Pascal die Erklärung des Unterschiedes zwischen „*paint*“ einerseits und „*colour*“ andererseits, die ihm der Interviewer an einem Beispiel gibt, nicht auf ein anderes einfaches Beispiel übertragen (Interview Pascal K. 16-35).

Er äußert jedoch eine klare Vorstellung davon, dass Stoffe ein Außen und ein Innen haben (Interview Pascal K. 85) und fasst chemische Reaktionen grundsätzlich als reversible Vorgänge auf (Interview Pascal K.129). Allerdings hält er geschmolzenen Schwefel beim Erwärmen für einen neuen Stoff (Interview Pascal K. 170).

Auch der Begriff „*Symbol*“ für ein kleines Inneres des Stoffes wird nicht von Pascal selbst geäußert, er spricht ihn nur dem Interviewer nach (Interview Pascal K. 207-209) und verneint auch die Frage, ob das Symbol für ein Atom stehe (Interview Pascal K. 211, 212).

¹⁷⁴ „Ja, wie so eine Haut. Wie die Haut vom Ei außenrum.“ Golddünen 8a 309 G1B.





Kollektive Landkarte der Argumentationsmuster

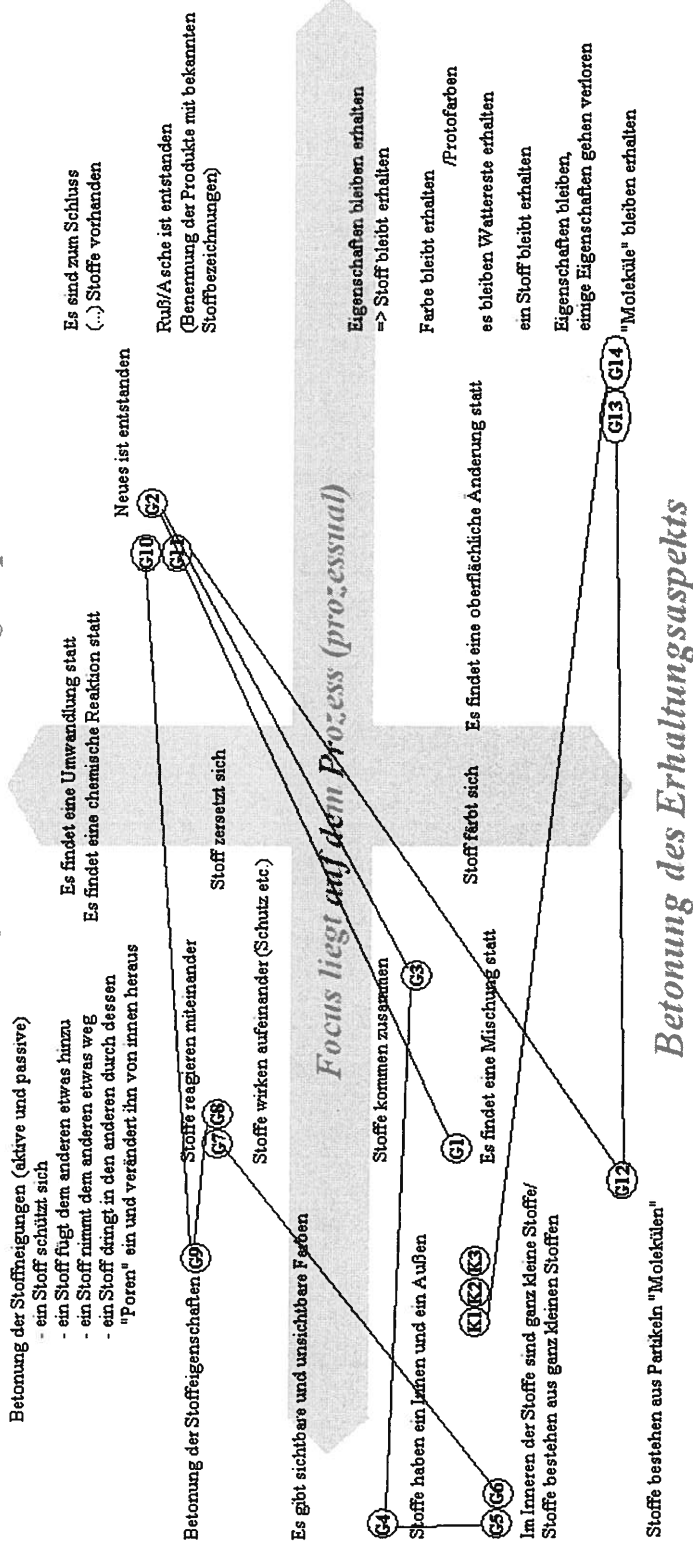
Pascal K's Verstehensprozess im Interview

Energie Wärme

als Ursache

Stoff ist verbraucht/verkokelt
hat sich entzündet
(zersezt)

Betonung des Verwandlungsaspekts



Pascal sieht die beobachteten Phänomene vorwiegend als Stoffumwandlungen an, wobei er sich im Laufe der Argumentation immer wieder in Widersprüche verstrickt.

Pascals eingenommene Perspektive

Pascal argumentiert bei der Deutung der wahrgenommenen Phänomene aus der **Kontinuums-Perspektive**. Es wird nur auf der Wahrnehmungsebene, der stofflichen Ebene argumentiert, wenn versucht wird, das Phänomen zu deuten, und kaum von ihr abstrahiert.

Vertieftes Verstehen

Nur verbal: Pascal sagt: sinngemäß „Es hat eine chemische Reaktion, eine Stoffumwandlung stattgefunden..“

Schon bei der Argumentation auf Stufe II (verfügend/bedienend) verwickelt sich Pascal in Widersprüche bei den logischen Zusammenhängen:

Eigenschaften bleiben erhalten

⇒ Stoffe bleiben erhalten

beziehungsweise:

Eigenschaften gehen verloren

⇒ Stoffe gehen verloren

Er verbindet manchmal mit dem Vorgang eine vage Vorstellung von einem Außen und Innen der Stoffe.

Pascals Verstehen bewegt sich die allermeiste Zeit auf Stufe I (nur verbal), was nicht mit dem in dieser Arbeit definieren Begriff vom Vertieften Verstehen bezeichnet werden kann.

Kompetenzerwerb

Bei Pascal lässt sich folgende Kompetenz feststellen:

Aufmerksam sein: Pascal kann sich, von den eigenen Vorverständnissen absehend, auf das sinnliche Erleben konzentrieren.

Der Verstehensprozess von Patrick 8b

Patrick äußert sich im Unterricht phasenweise oft und ist auch dann bei der Sache, lässt sich jedoch auch manchmal ablenken¹⁷⁵. Seine Aussagen lassen aufgrund der Verwendung eigener Wörter/Vergleichswörter zur Beschreibung der Wahrnehmungen den Schluss zu, dass er persönlich von den Versuchen affiziert ist¹⁷⁶.

Im nach der Unterrichtssequenz ausgefüllten Fragebogen bezeichnet Patrick den Versuch mit der Chromatographie nicht, wohl aber die drei Folgeversuche als chemische Reaktionen.

Er begründet dies damit, dass bei der Papierchromatographie die Farben am Anfang auch da seien. Beim zweiten und dritten Versuch ist für ihn die Veränderung für das Stattfinden einer chemischen Reaktion ausschlaggebend. Beim letzten Versuch gibt er an, dass Aluminium blitzartig erhitzt worden sei, obwohl Aluminium an dem Versuch gar nicht beteiligt ist. Dies könnte auch daran liegen, dass Patrick manchmal abgelenkt ist, so dass er an dieser Stelle Kupfer mit Aluminium verwechselt. An anderer Stelle im Fragebogen bezeichnet er das Metall wieder korrekt als Kupfer.

Er gibt an, dass für ihn Farbe und Farbstoff dasselbe bedeuteten.

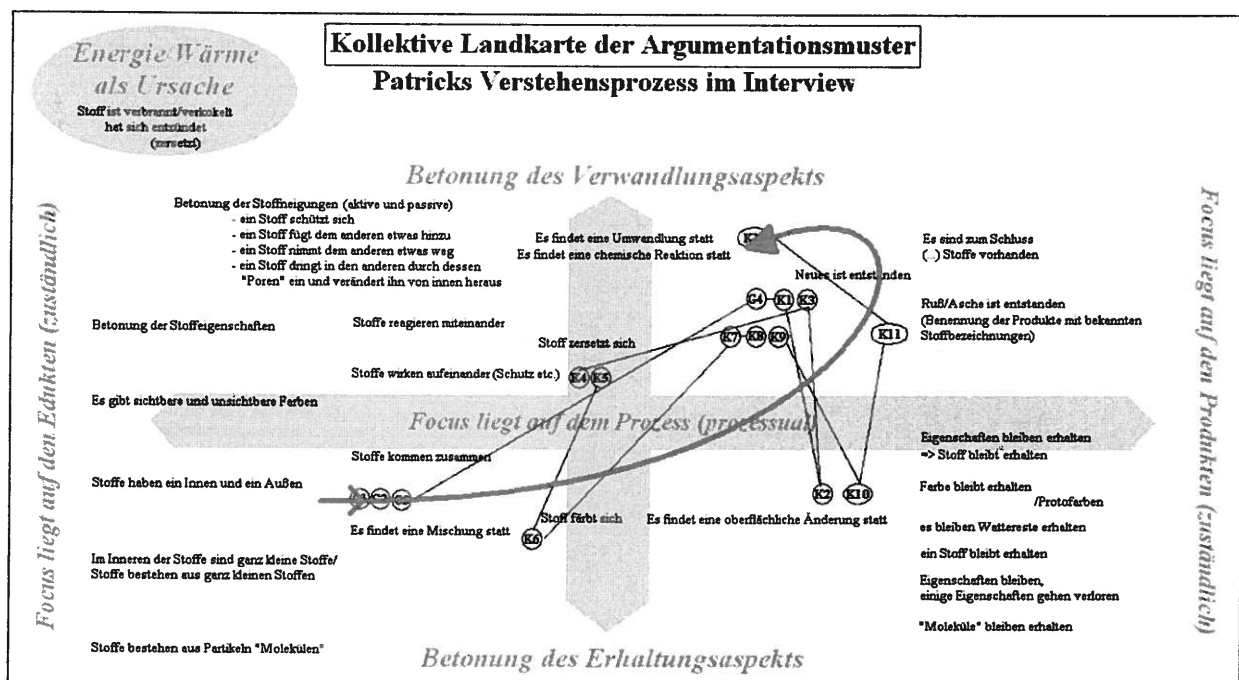
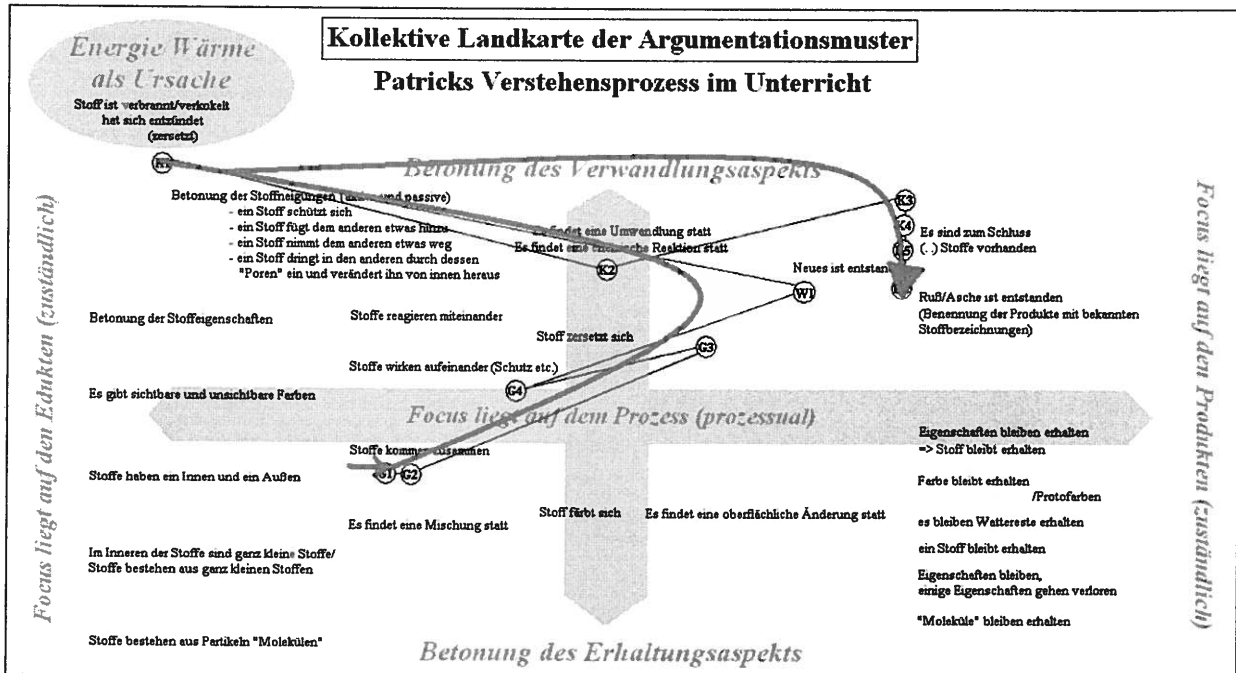
Seiner Ansicht nach sind nur bei den drei letzten Versuchen neue Farben entstanden, jedoch bei keinem Versuch schon vorhandene Farben erhalten geblieben. Dies widerspricht seiner Begründung, dass beim ersten Versuch die Farben am Anfang schon vorhanden gewesen sind. Ebenso seien seiner Ansicht nach bei allen Versuchen neue Farbstoffe entstanden, was abermals seiner Begründung beim ersten Versuch widerspricht.

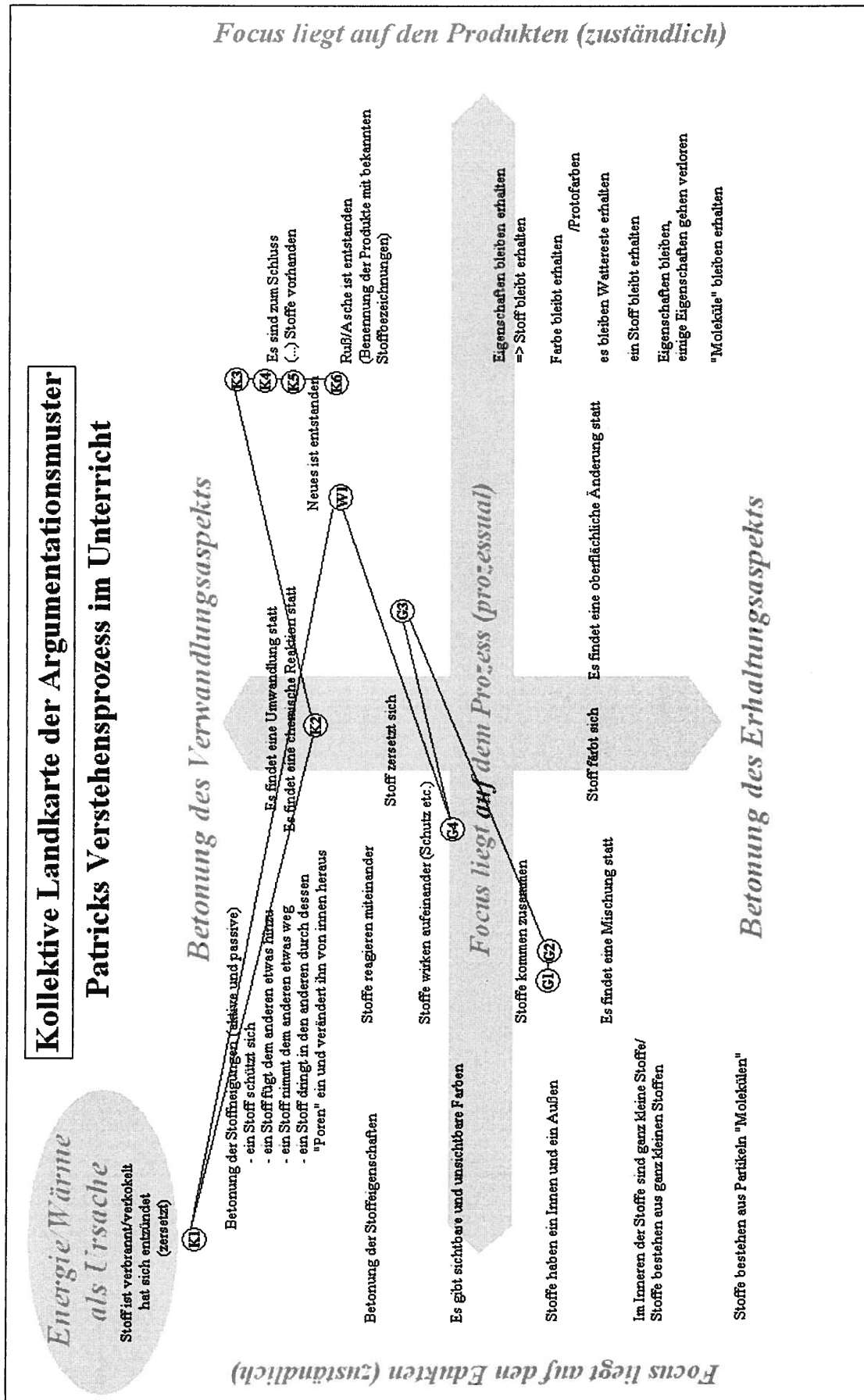
Diese Widersprüche deuten darauf hin, dass Patrick phasenweise bei der Sache ist, jedoch die Phänomene nicht tiefer durchdenkt, sondern eher sprunghaft und oberflächlich argumentiert. Er gibt jedoch an, bei jedem Versuch verstanden zu haben, was eigentlich passierte und nur bei dem Versuch mit Kupfer und Schwefel bleiben für ihn noch Rätsel offen.

Im Interview bestätigt sich dieser Eindruck. Er lacht phasenweise bei Fragen des Interviewers (Interview Patrick 56, 58, 98) und kann den vom Interviewer erklärten Unterschied nicht nachvollziehen (Interview Patrick 92, 101–105). Auch im weiteren Verlauf des Interviews kann er oft die Argumente des Interviewers nur bestätigen (Interview Patrick 153–164), wie er auch die Begriffe „Atom“ und „Symbol“ nicht selbst ins Gespräch bringt (Interview Patrick 329–334, 339–350), sondern diese vom Interviewer eingebracht werden. Dabei gibt er an, den Begriff „symbolisch“ zu verstehen, ist jedoch nicht in der Lage einen Versuchsablauf symbolisch darzustellen (Interview Patrick 341–368).

¹⁷⁵ „Nein. Herr D. hat gesagt, wir kriegen die Arbeiten noch, ja aber...“ Kupfer und Schwefel 8b 262 G2A

¹⁷⁶ z.B. „Oh, wie geil! Da bildet sich eine Schicht auf dem Wasser.“ Golddünen 8b 272 G2A.





Kollektive Landkarte der Argumentationsmuster

Patricks Verstehensprozess im Interview

Energie/Wärme
als Ursache

Stoff ist verbrannt/verkohlet
hat sich entzündet
(zersetzt)

Betonung des Verwandelungsaspekts

Betonung der Stoffeigenschaften (aktive und passive)

- ein Stoff schützt sich
- ein Stoff fügt dem anderen etwas hinzu
- ein Stoff nimmt dem anderen etwas weg
- ein Stoff dringt in den anderen durch dessen "Poren" ein und verändert ihn von innen heraus

Betonung der Stoffeigenschaften

Stoffe reagieren miteinander

Stoffe zerersetzt sich

Stoffe wirken aufeinander (Schutz etc.)

Es gibt sichtbare und unsichtbare Farben

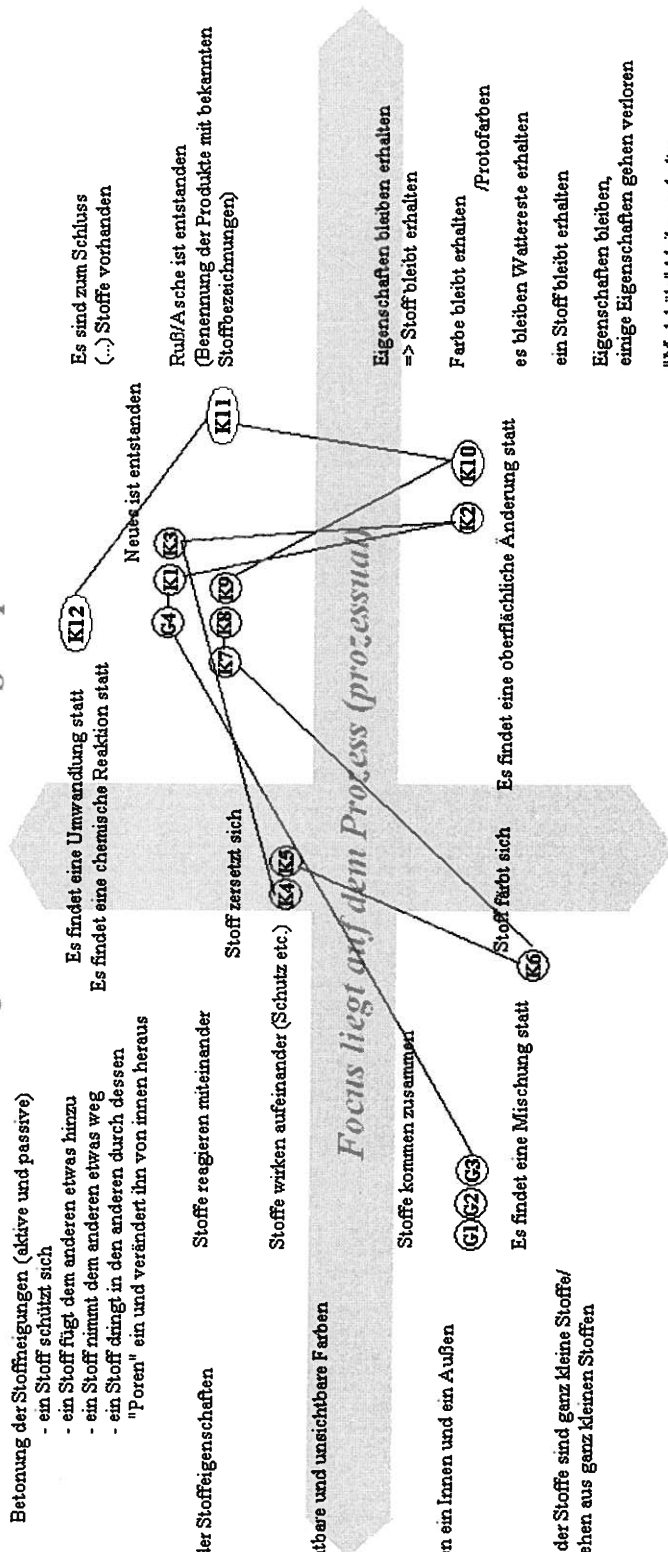
Stoffe kommen zusammen

Stoffe haben ein Innen und ein Außen

Im Inneren der Stoffe sind ganz kleine Stoffe/
Stoffe bestehen aus ganz kleinen Stoffen

Stoffe bestehen aus Partikeln "Molekülen"

Focus liegt auf den Edukten (zuständlich)



Focus liegt auf den Produkten (zuständlich)

Es sind zum Schluss
(...) Stoffe vorhanden

Ruß/Asche ist entstanden
(Benennung der Produkte mit bekannten
Stoffbezeichnungen)

Eigenschaften bleiben erhalten
=> Stoff bleibt erhalten

Farbe bleibt erhalten
/Protofarben

es bleiben Wattereste erhalten

ein Stoff bleibt erhalten

Eigenschaften bleiben,
einige Eigenschaften gehen verloren

"Moleküle" bleiben erhalten

Betonung des Erhaltungsaspekts

Patrick sieht die beobachteten chemischen Reaktionen als Stoffumwandlungen an, bei denen neue Stoffe mit neuen Eigenschaften entstehen. Allerdings tauchen in seinen Argumentationen so viele Widersprüche auf, dass der Eindruck entstehen kann, dass seine Aussagen nicht immer rational begründet sind.

Patricks eingenommene Perspektive

Patrick argumentiert bei der Deutung der wahrgenommenen Phänomene aus der **Kontinuums-Perspektive**. Es wird nur auf der Wahrnehmungsebene, der stofflichen Ebene argumentiert, wenn versucht wird, das Phänomen zu deuten, und nicht von ihr abstrahiert.

Vertieftes Verstehen

Patrick sagt sinngemäß: „Es hat eine chemische Reaktion, eine Stoffumwandlung stattgefunden. Bei einer chemischen Reaktion entstehen neue Stoffe mit neuen Eigenschaften.“

Er argumentiert nach der Struktur:

Eigenschaften bleiben erhalten

⇒ Stoffe bleiben erhalten

beziehungsweise:

Eigenschaften gehen verloren

⇒ Stoffe gehen verloren

Aus diesem Grund ist Patricks Verstehen auf der Stufe II (verfügend/bedienend) anzusiedeln.

Kompetenzerwerb

Bei Patrick lassen sich folgende Kompetenzen feststellen:

Aufmerksam sein:

Patrick kann sich manchmal, von den eigenen Vorverständnissen absehend, auf das sinnliche Erleben konzentrieren.

Der Verstehensprozess von Sarah 8b

Sarah äußert sich im Unterricht nur verhalten, ist jedoch in allen Unterrichtsstunden sehr konzentriert bei der Sache. Ihre Äußerungen im Vorfeld der sokratischen Gespräche während der Gruppenarbeitsphasen und bei der Schilderung der Beobachtungen lassen aufgrund der Verwendung eigener Wörter/Vergleichswörter zur Beschreibung der Wahrnehmungen den Schluss zu, dass sie persönlich von den Versuchen affiziert ist¹⁷⁷.

Im nach der Unterrichtssequenz ausgefüllten Fragebogen bezeichnet Sarah sowohl den Versuch mit der Chromatographie als auch die drei Folgeversuche als chemische Reaktionen. Sie begründet dies damit, dass bei der Papierchromatographie aus dem schwarzen Farbpunkt neue Farben entstanden seien, weil bei den Golddünen aus drei Stoffen ein neuer Stoff entstanden sei, weil Watte am Ende des Versuchs in einem verkohlten Zustand sei und weil Kupfer verkokelt sei. Ihr Indikator für eine chemische Reaktion ist, dass etwas Neues beziehungsweise eine Zustandsänderung eingetreten ist, wobei sie die Reaktionsprodukte noch mit Watte und Kupfer benennt.

Ihrer Ansicht nach sind bei allen Versuchen neue Farben entstanden, jedoch auch bei allen Versuchen schon vorhandene Farben erhalten geblieben.

Ebenso sind ihrer Ansicht nach bei allen Versuchen neue Farbstoffe entstanden, jedoch auch bei allen Versuchen schon vorhandene Farbstoffe erhalten geblieben, an dieser Stelle differenziert sie also noch nicht zwischen Farbe und Farbstoff.

Später gibt sie an, nur beim Golddünenversuch und bei der Pyrolyse von Baumwollwatte seien neue Stoffe entstanden, bei den anderen beiden Versuchen jedoch nicht.

Im Verlauf des Interviews gibt sie an, wie auch am Ende des Fragebogens, dass sie verstanden habe, was bei den einzelnen Versuchen passiere. Im Interview nennt sie es „*Übersicht haben*“ (Interview Sarah 8b 122). Jedoch bleiben für sie beim Golddünenversuch noch Rätsel offen und bei der Reaktion von Kupfer und Schwefel macht sie keine Aussage darüber, ob noch Fragen offen bleiben.

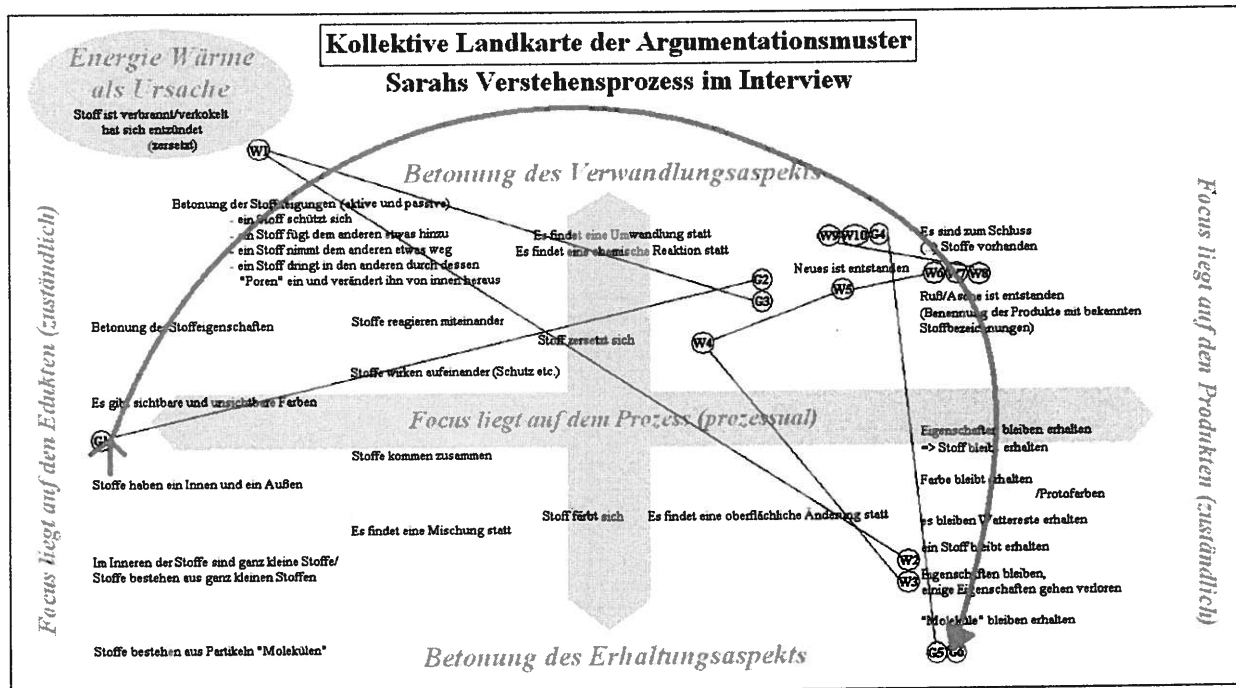
Vom Interviewer aufgefordert, ein Bild von ihrer Vorstellung des Golddünenversuchs zu machen, wobei das Wort „*Körnchen*“ der Stoffe zuerst vom Interviewer gebraucht wird (Interview Sarah 8b 261), gibt sie an, dass ihrer Ansicht nach diese verschmelzen beziehungsweise sich mit kleinen Häkchen aneinander festhalten und dann nicht mehr zu trennen sind (Interview Sarah 8b 262 und 264).

Dadurch, dass Sarah sofort bereit ist, den Gedanken der Körnchen mitzutragen, lässt sich schließen, dass bei ihr zusätzlich zum Neuen, was für sie für eine chemische Reaktionen charakteristisch ist, auch der Erhaltungsaspekt im Sinne der Lavoisierschen Principes eine Rolle spielt.

¹⁷⁷ „*Das glitzert ja toll.*“ Golddünen 8b 201 G1A. „*Das sieht aus wie Harz.*“ Kupfer und Schwefel 8b 144 G1A. „*...wie Benzin...*“ Kupfer und Schwefel 8b 376 B. „*Das war so ein Glühfaden, der so das Kupfer hoch ist.*“ Kupfer und Schwefel 8b 380B.

Sarahs Argumentationsmuster

Ihre Beiträge im Unterricht zur Deutung der Phänomene waren zahlenmäßig sehr gering; sie lassen sich grob durch folgende Struktur beschreiben:



Die Schülerin sieht die beobachteten Phänomene vorwiegend als Stoffumwandlungen an, bei denen etwas Neues entsteht, wobei sie auch den Erhaltungsaspekt betont, jedoch nicht auf einer Teilchenebene, sondern eher im Sinne der Lavoisierschen Principes.

Kollektive Landkarte der Argumentationsmuster

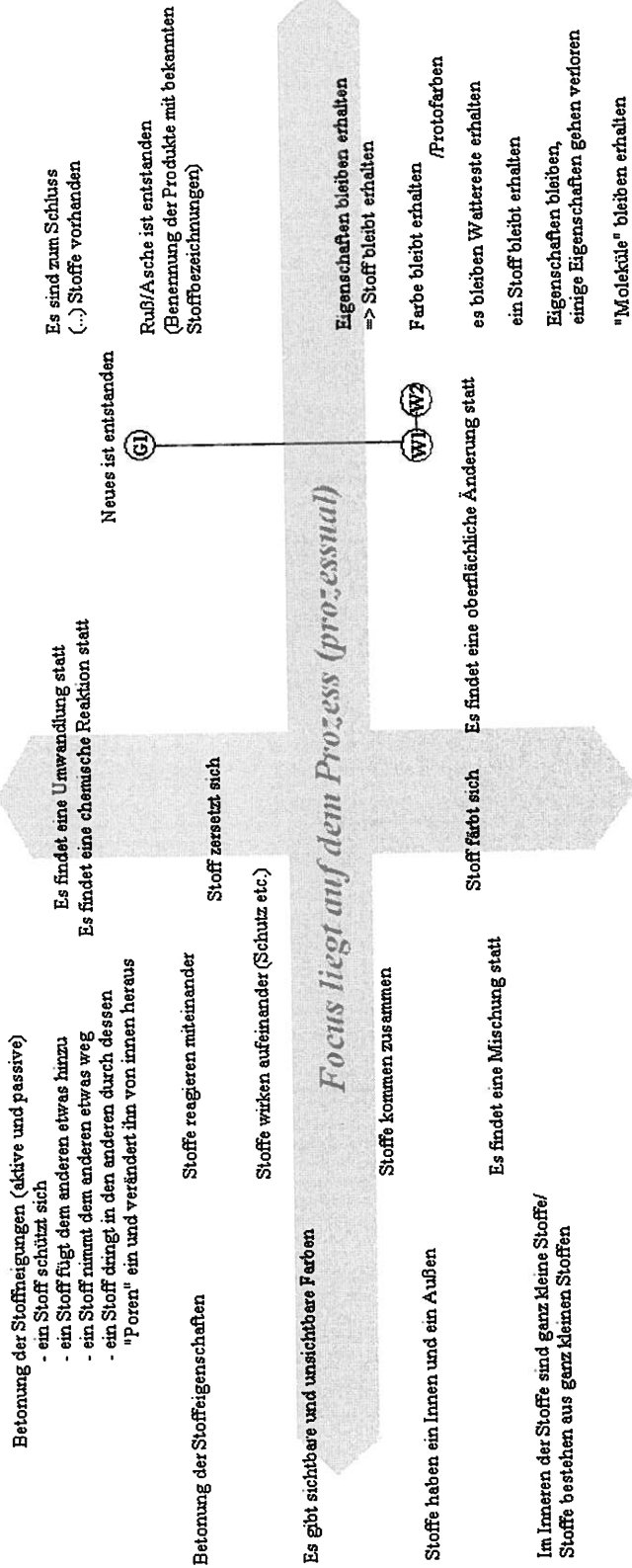
Sarahs Verstehensprozess im Unterricht

Energie Wärme

als Ursache

Stoff ist verbrannt/verkokelt
hat sich entzündet
(zersetzt)

Betonung des Verwandelungsaspekts



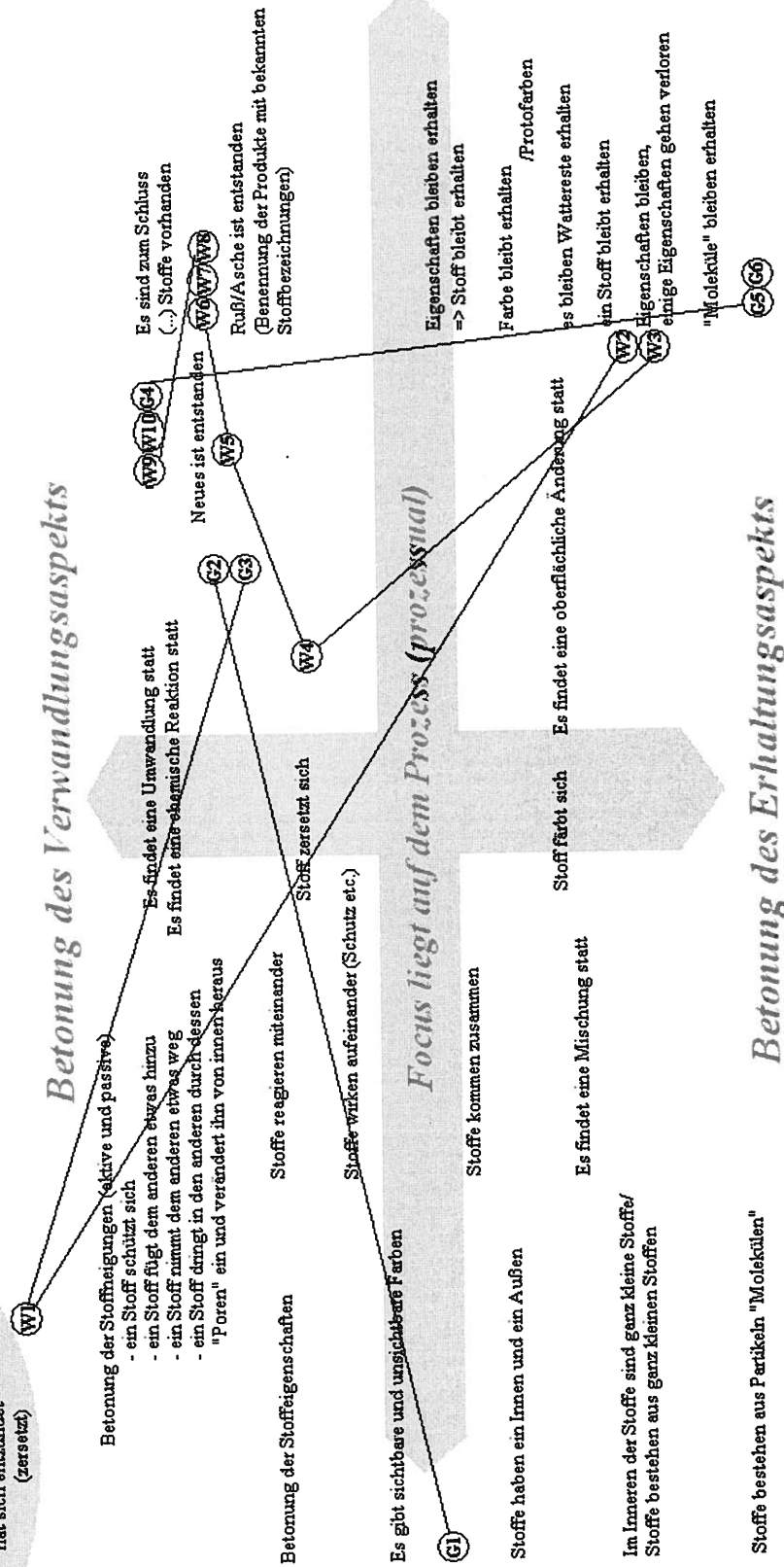
Focus liegt auf den Produkten (zuständlich)

Kollektive Landkarte der Argumentationsmuster

Sarahs Verstehensprozess im Interview

Energie Wärme
als Ursache

Stoff ist verbraucht/verkokelt
hat sich entzündet
(zersezt)



Sarahs eingenommene Perspektive

Sarah argumentiert bei der Deutung der wahrgenommenen Phänomene aus der **Kontinuums-Perspektive**. Es wird eindeutig nur auf der Wahrnehmungsebene, der stofflichen Ebene argumentiert, wenn versucht wird, das Phänomen zu deuten, und nicht von ihr abstrahiert. Nur nach Aufforderung durch den Interviewer folgte sie der Vorstellung von „Körnchen“ (Interview Sarah 8b 261, 262 und 264), aus denen die Stoffe bestehen.

Vertieftes Verstehen

Sarah sagt sinngemäß: „*Es hat eine chemische Reaktion, eine Stoffumwandlung stattgefunden. Bei einer chemischen Reaktion entstehen neue Stoffe mit neuen Eigenschaften.*“ (Interview Sarah 8b 7). Während des weiteren Interviews argumentiert Sarah vor allem auf der Ebene: Eigenschaften bleiben erhalten → Stoffe bleiben erhalten, beziehungsweise: Eigenschaften gehen verloren → Stoffe gehen verloren.

Sarah verbindet, wie aus dem Interview hervorgeht, mit den Phänomenen eine Vorstellung und sie ist auch sofort in der Lage, die Vorstellung von „Körnchen“ in ihre Argumentation einzubeziehen. Da sie Ansätze zeigt, Synthese und Analyse als komplementäre Vorgänge aufzufassen (Watte 8b 512B), ist ihr Verstehen teilweise schon auf Stufe IV anzusiedeln, im Großteil ihrer Argumentation bleibt es zwischen Stufe II und III. Dass es nicht immer zu Stufe III gehört, darauf deuten die Widersprüchlichkeiten im Fragebogen und dem Anfang des Interviews hin.

Kompetenzerwerb

Bei Sarah finden sich vor allem folgende Kompetenzen:

Aufmerksam sein:	Sarah kann sich, von den eigenen Vorverständnissen absehend, auf das sinnliche Erleben konzentrieren.
Fragwürdigkeit erkennen:	Sie begreift die dargebotenen Experimente als fragwürdig.
Beziehung konstituieren:	Sie lässt sich auf ein Wechselspiel aus Zuwendung und Aneignung ein und baut hierdurch eine Beziehung zu diesem Phänomen auf.
Versprachlichen:	Sarah formuliert den Sinnzusammenhang in eigenen Worten.
Aushandeln:	Sie erzielt im Gespräch mit anderen eine Übereinkunft über den Gegenstand.

Der Verstehensprozess von Steven 8a

Steven äußert sich im Unterricht oft und ist in allen Unterrichtsstunden sehr konzentriert bei der Sache. Seine Äußerungen im Vorfeld der sokratischen Gespräche während der Gruppenarbeitsphasen und bei der Schilderung der Beobachtungen zeigen, dass Steven jede Beobachtung gedanklich durchdringt¹⁷⁸.

Sie lassen auch aufgrund der Verwendung eigener Wörter/Vergleichswörter zur Beschreibung der Wahrnehmungen den Schluss zu, dass er persönlich von den Versuchen affiziert ist¹⁷⁹.

Im nach der Unterrichtssequenz ausgefüllten Fragebogen bezeichnet Steven den Versuch mit der Chromatographie nicht, jedoch die drei Folgeversuche als chemische Reaktionen.

Er begründet dies damit, dass sich bei der Papierchromatographie die schwarze Farbe nur gespalten habe, dass bei den Golddünen aus ein völlig neuer Stoff entstanden sei, dass die Watte am Ende des Versuchs zusammengeschrunpft sei und schwarz wurde und dass beim Versuch mit Kupfer und Schwefel das Reaktionsprodukt eine andere Konsistenz und eine andere Farbe habe. Sein Indikator für eine chemische Reaktion ist demzufolge, dass etwas Neues beziehungsweise eine bleibende Veränderung eingetreten ist.

Seiner Ansicht nach sind beim Versuch mit der Chromatographie und bei der Pyrolyse von Baumwollwatte keine neuen Stoffe entstanden, wohl aber bei den anderen beiden Versuchen. Am Ende des Fragebogens gibt er an, dass er verstanden habe, was bei den einzelnen Versuchen passiere, bei der Pyrolyse von Baumwollwatte jedoch nur im großen Ganzen. Es bleiben für ihn beim zweiten und dritten Versuch Versuchen noch Rätsel offen.

Steven legt seinen Deutungen eine klare Partikelvorstellung zugrunde, die er als materielle kleine Kügelchen sieht und die mit Streben miteinander verbunden seien (Interview Steven 64, 146) und die er auch als Atome bezeichnet (Interview Steven 68).

¹⁷⁸ „Also der Stoff eins sieht aus, wie wenn er eine Kristallstruktur hätte.... wie Salz oder so was.“ Golddünen 8a A7.

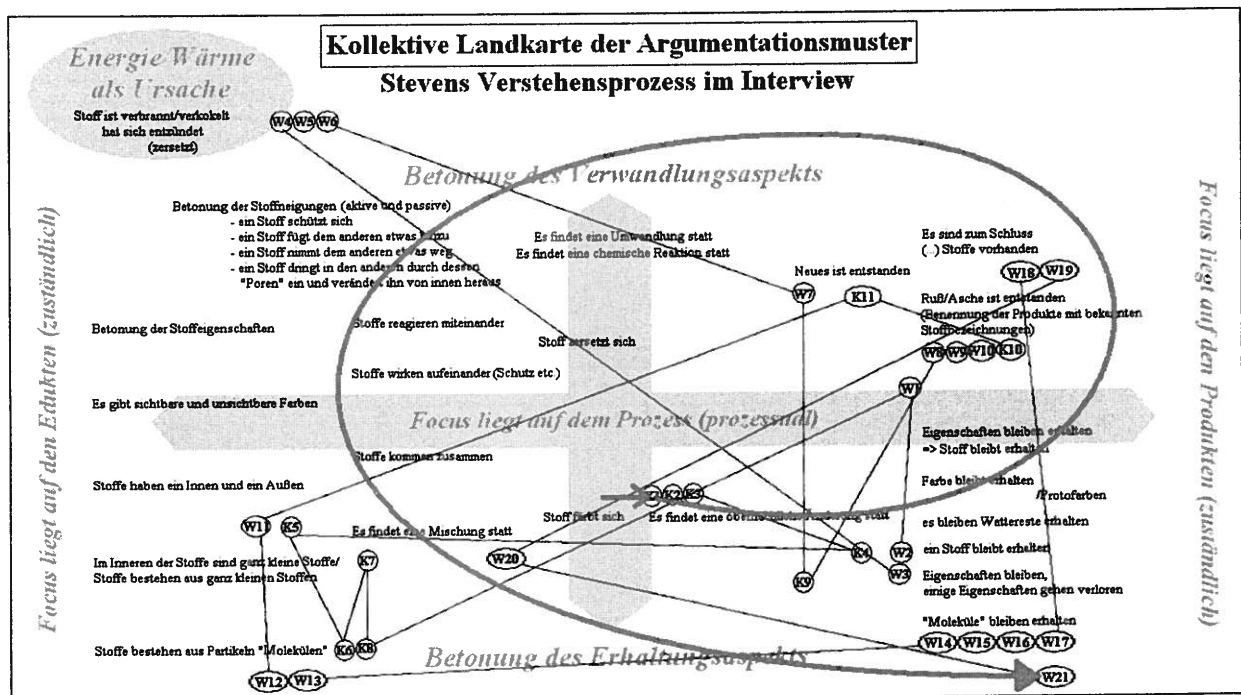
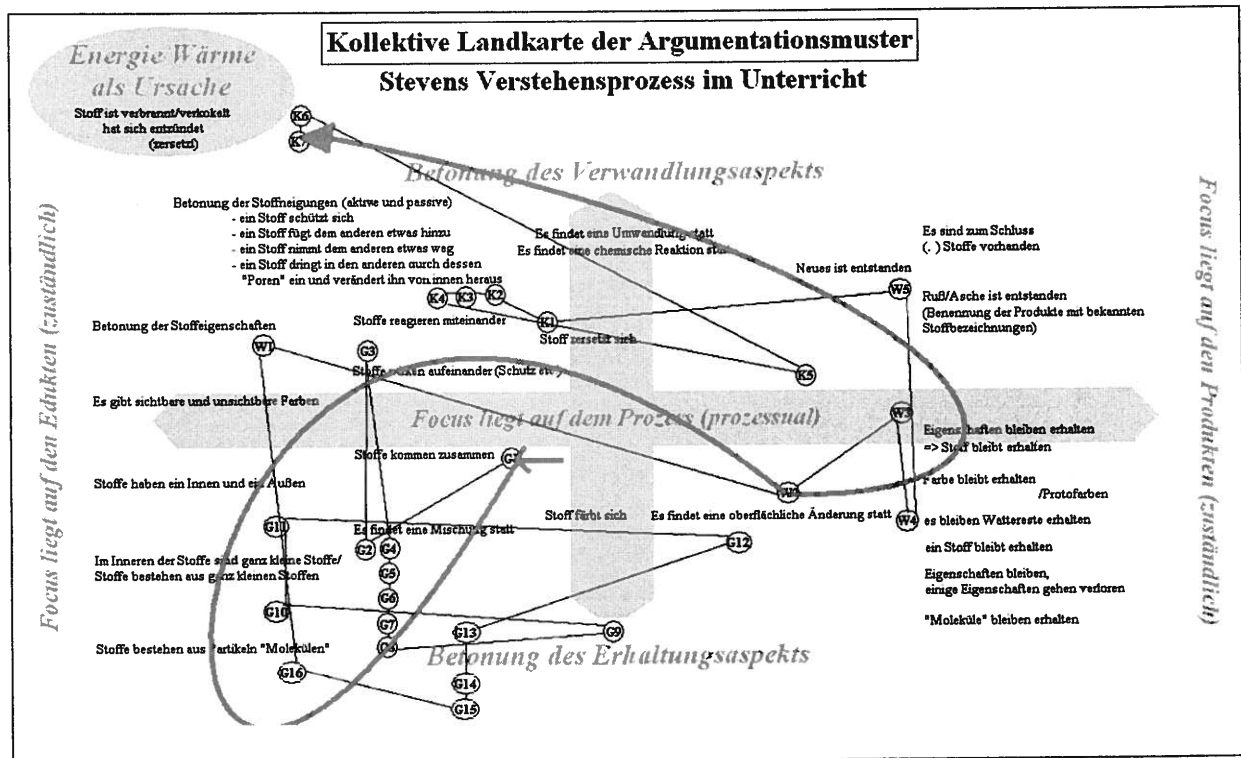
„Ich glaube... wenn du den da rein machst und den da rein machst, passiert nichts. Sonst hätte er (der Lehrer) nicht so drauf bestanden, dass wir nicht umrühren sollen, weil... wenn man umrührt treffen ja alle drei Stoffe zusammen und dann gibt es ja bestimmt irgendwo was.“ Golddünen 8a A72.

„Machen wir gerade Gold?“ Golddünen 8a 258 G1B.

„Vielleicht haben sich der Stoff eins und zwei mit Stoff drei halt vermischt und der hat die halt transportiert - einfach mal... was weiß ich... Salz in Wasser auflöst vermischt sich das ja auch und geht dann ins komplette Wasser über. Und das ist da wahrscheinlich auch passiert... und haben sich die zwei Stoffe dann halt in der Mitte getroffen. Und dadurch ist die Farbe entstanden.“ Golddünen 8a 555C.

¹⁷⁹ „Wow. Guck mal!“ Golddünen 8a 253 G1B.

„Das kommt aber auf die Dicke vom Glas an. Das Kupfer sieht cool aus.“ Kupfer und Schwefel 8a 159 G1A.



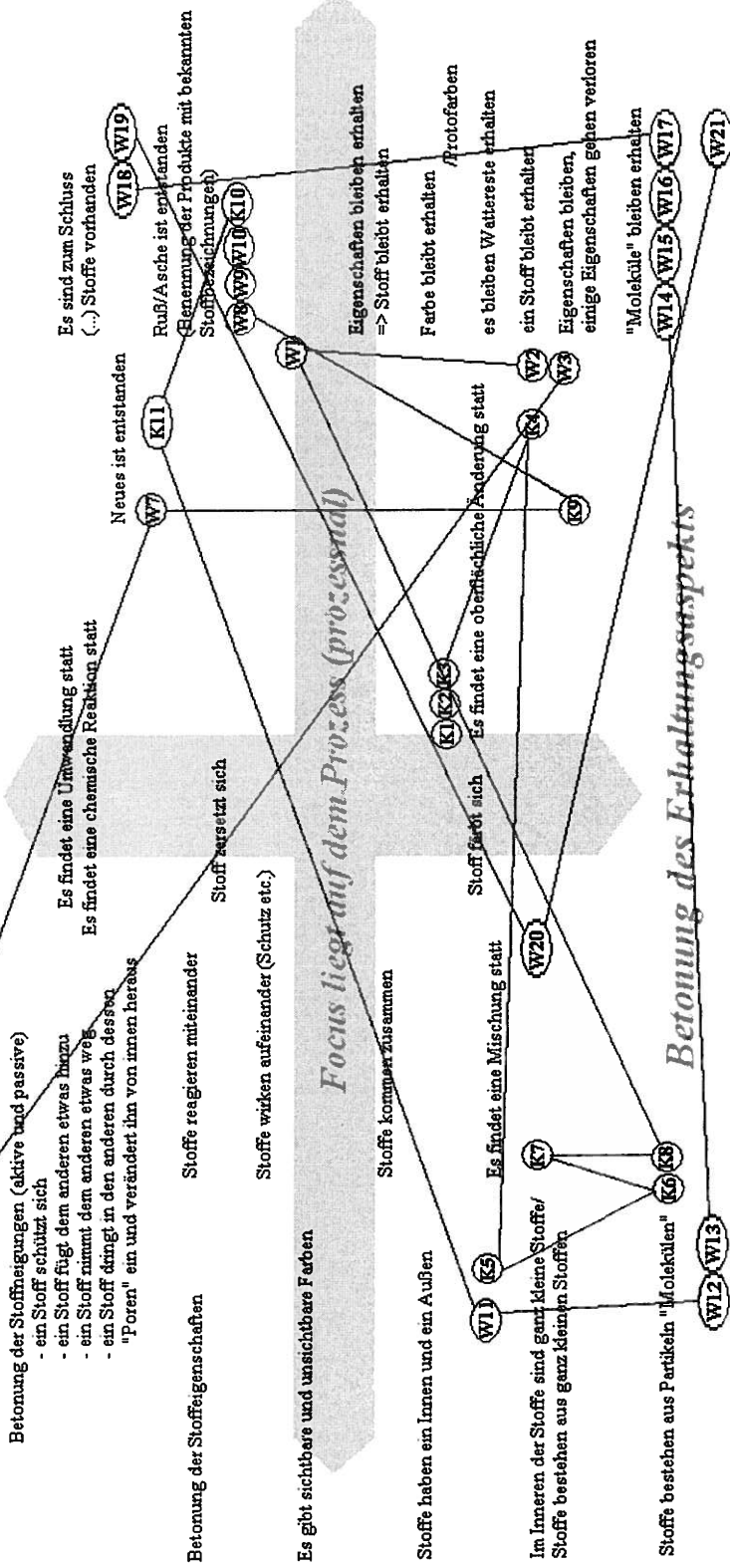
Aus dieser Grobzuordnung wird ersichtlich, dass Stevens Argumentationen das weiteste Spektrum innerhalb der kollektiven Landkarte umfassen, seine Sicht umfasst sowohl Verwandlungsaspekt als auch Erhaltungsaspekt der beobachteten Phänomene nahezu vollständig.

Kollektive Landkarte der Argumentationsmuster

Stevens Verstehensprozess im Interview

Energie/Wärme als Ursache
Stoff ist verbrennt/verkokelt hat sich entzündet (zersezt)

Betonung des Verwandlungsaspekts



Focus liegt auf den Produkten (zuständlich)

Focus liegt auf den Edukten (zuständlich)

Steven sieht die beobachteten Phänomene vorwiegend als Stoffumwandlungen an, bei denen neue Stoffe mit neuen Eigenschaften entstehen (Interview Steven 76). Diese Stoffumwandlungen führt er auf Atomumgruppierungen zurück, wobei er allerdings davon ausgeht, dass nur eine einzige Atomsorte überhaupt vorhanden sei (Interview Steven 136).

Stevens eingenommene Perspektive

Steven wechselt bei seiner Argumentation zur Deutung der wahrgenommenen Phänomene zwischen der **Kontinuums-Perspektive** und der **Diskontinuums-Perspektive** hin und her, wobei er das Verhalten der Atome als ursächlich für die Veränderung der Stoffe begreift..

Vertieftes Verstehen

Steven sagt sinngemäß: „Es hat eine chemische Reaktion, eine Stoffumwandlung stattgefunden. Bei einer chemischen Reaktion entstehen neue Stoffe mit neuen Eigenschaften.“ Er hat eine klare Vorstellung vom Zusammenhang
Eigenschaften bleiben erhalten

⇒ Stoffe bleiben erhalten

beziehungsweise:

Eigenschaften gehen verloren

⇒ Stoffe gehen verloren

Er verbindet mit dem Vorgang eine Vorstellung, die aus der Wahl von **eigenen** Worten oder Vergleichsworten deutlich wird.

Grundbegriffe der Chemie:

Er argumentiert auf der Basis eines klaren Stoffbegriffes, der aus ihrer Argumentation eindeutig erkennbar ist und aufgrund eines Teilchenkonzeptes.

Aus diesem Grund ist sein Verstehen in den Wagenscheinschen Rangstufen auf der Stufe V anzusiedeln.

Kompetenzerwerb

Bei Steven lassen sich folgende Kompetenzen feststellen:

Aufmerksam sein:	Steven kann sich, von den eigenen Vorverständnissen absehend, auf das sinnliche Erleben konzentrieren.
Fragwürdigkeit erkennen:	Er ist in der Lage, ein Phänomen als fragwürdig zu erkennen.
Beziehung konstituieren:	Er kann eine Beziehung zum Phänomen zulassen indem er eine Volition erkennen lässt, dass er das Problem lösen will.
Versprachlichen:	Er formuliert den Sinnzusammenhang in eigenen Worten.
Aushandeln:	Steven erzielt im Gespräch mit den anderen Schülerinnen, dem Lehrer und dem Interviewer eine Übereinkunft über den Gegenstand.

3.4 Zusammenfassung

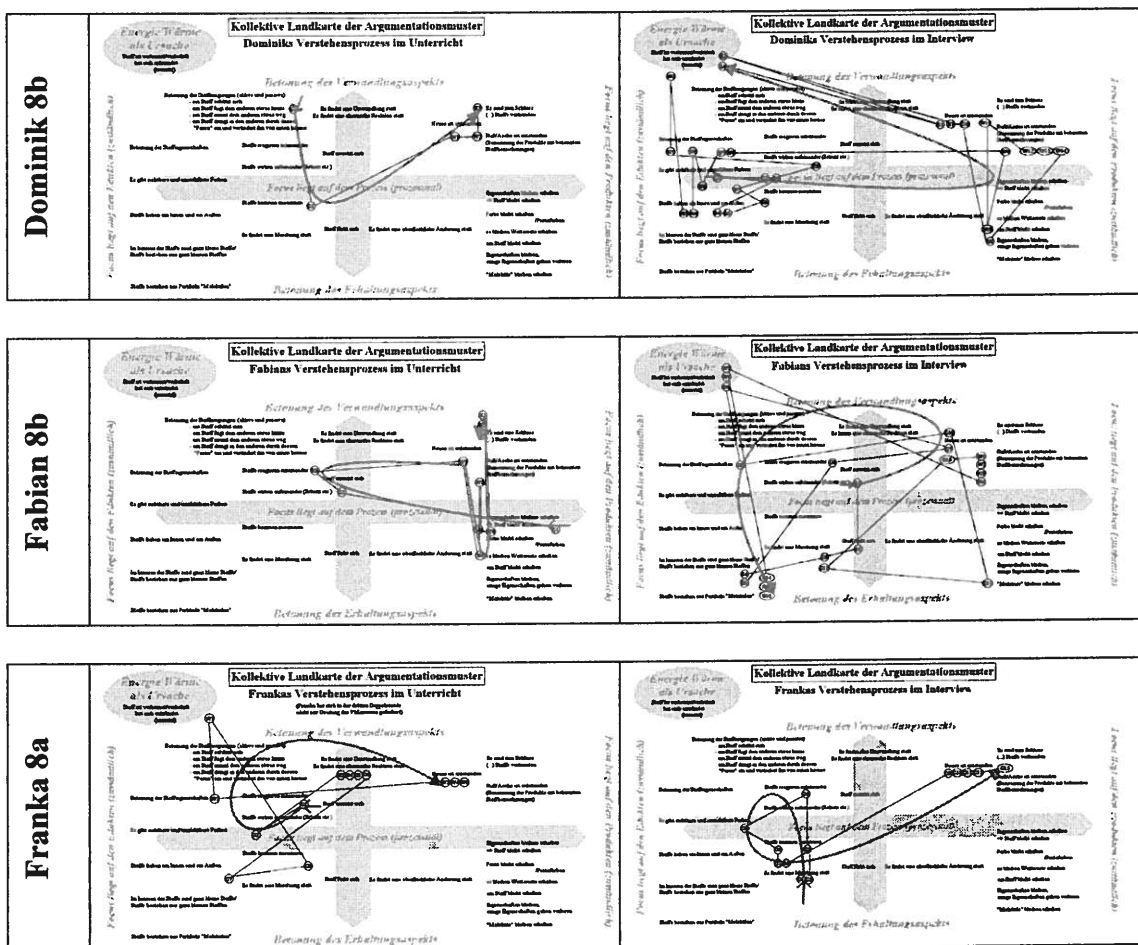
In diesem **zweiten Schritt (dritte Forschungsfrage)** konnten die individuellen Verstehensprozesse von 11 Schülerinnen in einer Kartierung von Denkwegen im Verlauf der Unterrichtssequenz und der darauf folgenden Auswertungsgespräch und Interviews unter Zuhilfenahme der Fragebögen nachgezeichnet werden.

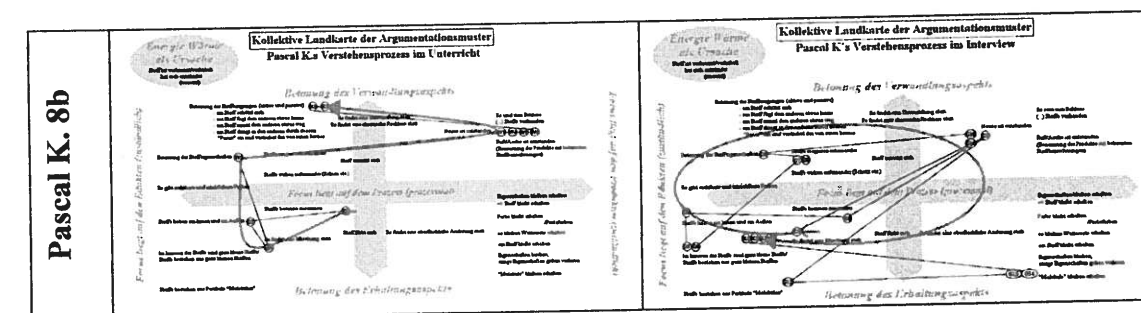
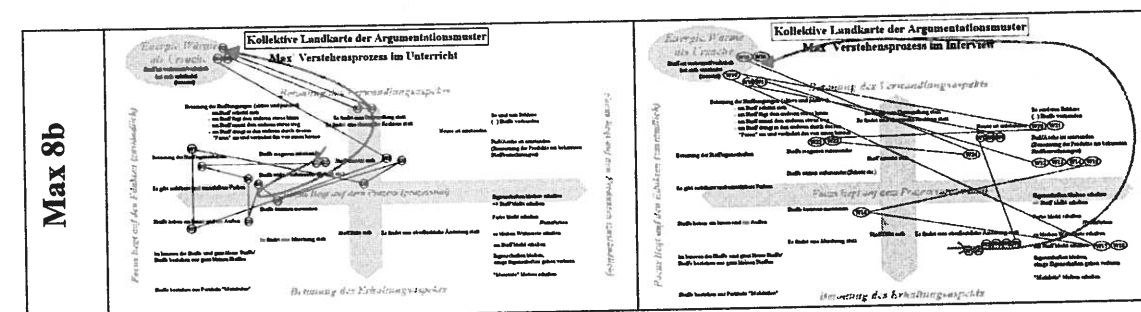
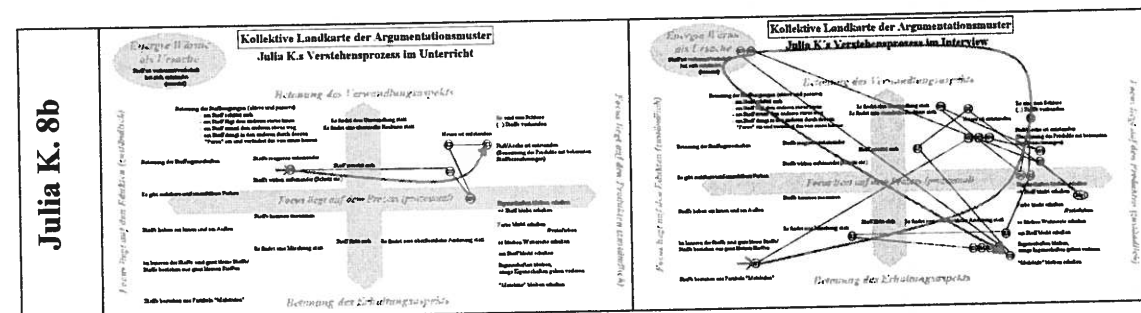
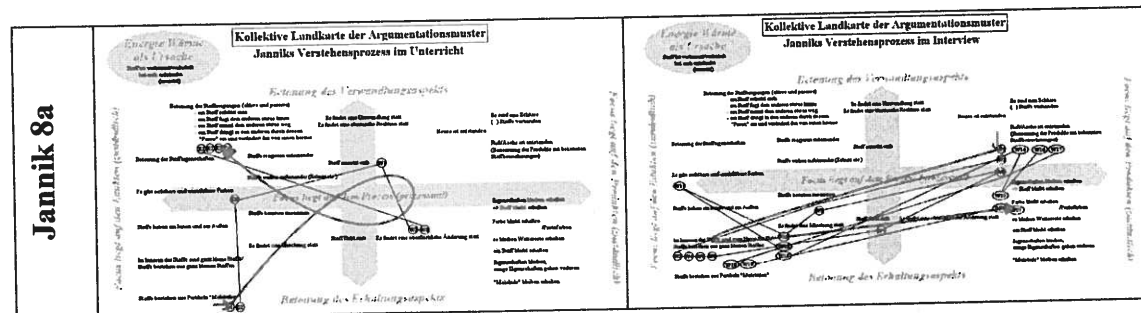
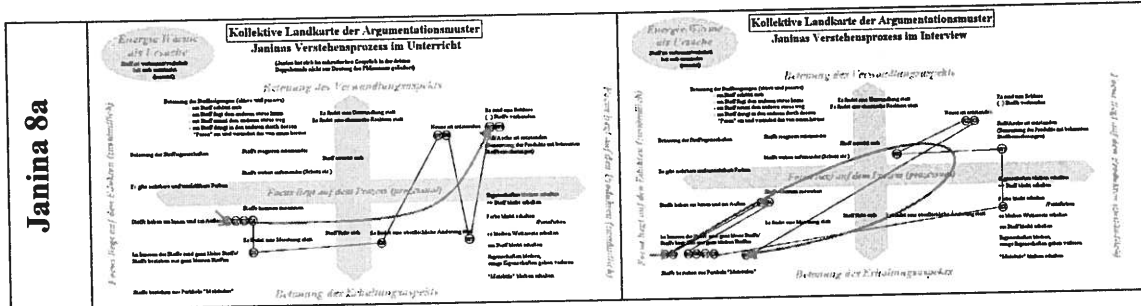
Je nachdem, worauf sich die Schülerinnen im Verlaufe der Reaktion konzentriert, um das Phänomen zu beschreiben (Wandel \leftrightarrow Erhaltung, statisch \leftrightarrow prozessual) konnten acht Grenzstrukturen der Argumentationslinien auf einer Karte der Denkwege gefunden werden, die durch die zweidimensionale Struktur der Karte bedingt ist.

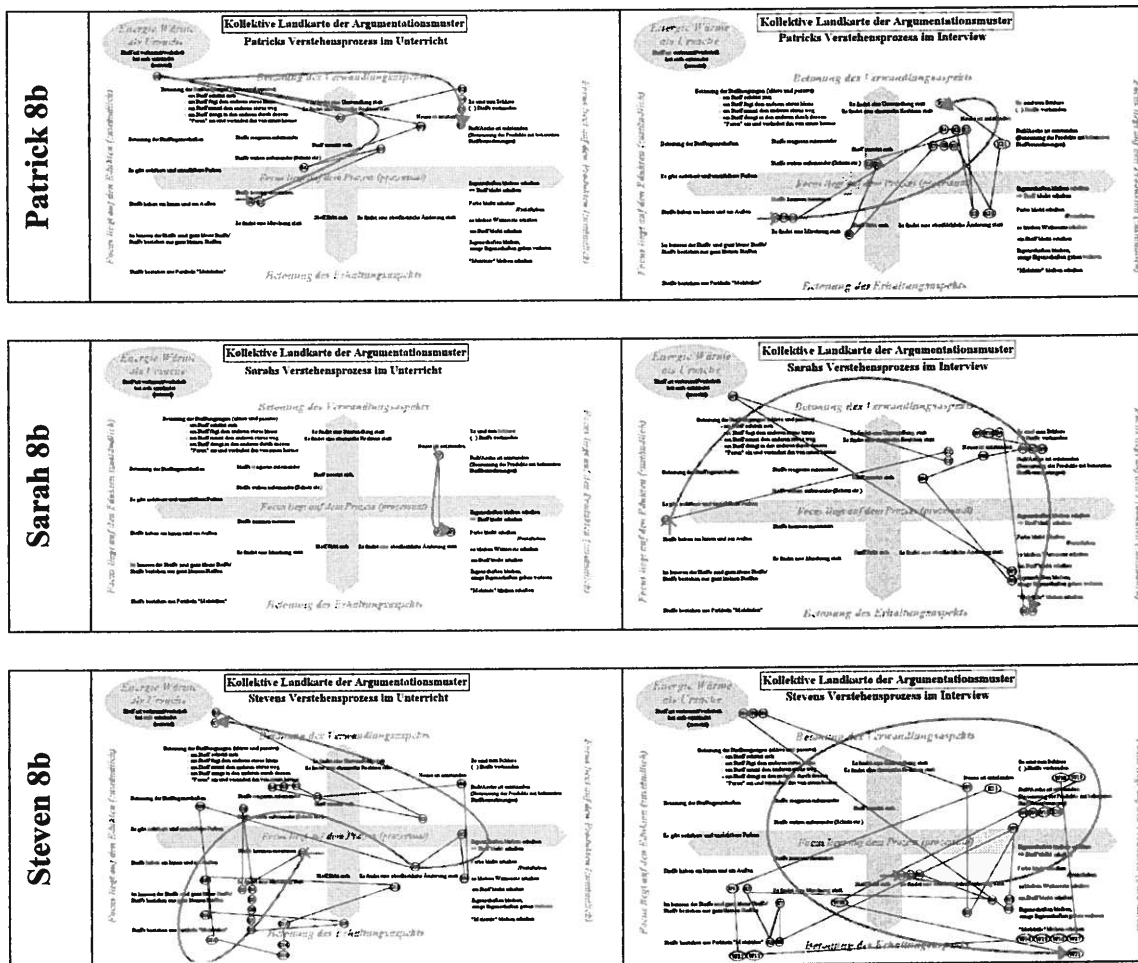
In Gegensatz zu den Phänomenographischen Untersuchungen zum Molbegriff wurden hier also keine streng hierarchischen Phänomenographischen Kategorien gefunden, sondern Grenzstrukturen der Argumentationslinien auf der kollektiven Landkarte der empirisch festgestellten Deutungen des Phänomens *Chemische Reaktion*. Dies ist der **erste Ertrag dieses zweiten Schrittes**.

Der besseren Übersicht halber seien diese Variationen der Argumentationsmuster hier noch einmal im Überblick dargestellt:

Übersicht über die Variationen der Argumentationsmuster







Allerdings kann aus der Einordnung der Lernwege in die kollektive Landkarte der Argumentationsmuster *nur die individuelle Variationsbreite* abgelesen werden, die unter anderem auch von der Häufigkeit der Äußerungen im Unterricht beziehungsweise der Bandbreite der Fragen im Interview abhängig ist. Die Richtung der eingezeichneten Pfeile gibt hier demzufolge nur die festgestellte Reihenfolge der Äußerungen an, sie erhebt ausdrücklich nicht den Anspruch, die Genese des Verstehens abzubilden.

Nur bedingt ablesbar sind die Tiefendimension in Hinblick auf die Wagenscheinschen / Helmstadschen Rangstufen des Verstehens und die damit verbundenen Kompetenzen. Jene lassen sich nur aus der Zusammenschau und Deutung der Äußerungen in Unterricht und Interview vor dem Hintergrund sowohl der kollektiven Landkarte als auch der eingenommenen Perspektiven rekonstruieren, so wie es oben detailliert dargestellt wurde.

Der *zweite Ertrag des zweiten Schrittes* ist damit die Einordnung der individuellen Verstehensprozesse der 11 Schülerinnen, deren Denkwege auf der kollektiven Landkarte nachgezeichnet wurden, in das Wagenschein/Helmstadsche Schema der Rangstufen des Verstehens unter Berücksichtigung der Argumentationsmuster und der eingenommenen Perspektiven. Damit einher geht der Erwerb bestimmter Kompetenzen des Verstehens.

Diese Einordnung ist, der Übersichtlichkeit halber, noch einmal hier dargestellt:

Name	Erreichte Rangstufe des Verstehens	Begründung für die erreichte Rangstufe	Kompetenzen
Dominik 8b	III (stellenweise IV bis V)	<p>Dominik sagt sinngemäß: „Es entstehen neue Stoffe mit neuen Eigenschaften, aber es bleiben auch Teile des Alten erhalten.“</p> <p>Er verbindet mit dem Vorgang eine Vorstellung, die aus der Wahl von eigenen Worten oder Vergleichsworten deutlich wird.</p> <p>Grundbegriffe der Chemie:</p> <p>Er argumentiert auf der Basis eines klaren Stoffbegriffes, der aus seiner Argumentation eindeutig erkennbar ist und seine Auffassung zeigt eine Nähe zu den Lavoisierschen Principes.</p> <p>Dominik äußert sich als einer der wenigen Schüler kritisch zum eigenen Wahrnehmen und Deuten des Phänomens.</p> <p>Aus diesem Grund weist sein Verstehen, das zum größten Teil auf der Stufe III (einsichtig/verstehend) anzusiedeln ist, Aussagen auf, die sich zwischen Stufe V und VI bewegen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Fragwürdigkeit erkennen • Versprachlichen • Aushandeln

Fabian 8b	V	<p>Fabian sagt: „Es hat eine chemische Reaktion, eine Stoffumwandlung stattgefunden. Bei einer chemischen Reaktion entstehen neue Stoffe mit neuen Eigenschaften.“</p> <p>Er verbindet mit dem Vorgang eine konkrete Vorstellung, die aus der Wahl von eigenen Worten oder Vergleichsworten deutlich wird.</p> <p>Grundbegriffe der Chemie:</p> <p>Fabian argumentiert auf der Basis eines klaren Stoffbegriffes, der aus ihrer Argumentation eindeutig erkennbar ist und auch aufgrund eines Teilchenkonzeptes bzw. aufgrund der Lavoisierschen Principes. Aus diesem Grund kann sein Verstehen auf der Wagenscheinschen Rangstufe V angesiedelt werden.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aufmerksam sein • Fragwürdigkeit erkennen • Sinn konstituieren • Versprachlichen • Aushandeln
-----------	----------	--	---

Franka 8a	III bis V	<p>Franka sagt sinngemäß: „Es hat eine chemische Reaktion, eine Stoffumwandlung stattgefunden. Bei einer chemischen Reaktion entstehen neue Stoffe mit neuen Eigenschaften.“</p> <p>Sie durchdenkt den logischen Zusammenhang der Paare:</p> <p>Eigenschaften bleiben erhalten \Rightarrow Stoffe bleiben erhalten</p> <p>beziehungsweise:</p> <p>Eigenschaften gehen verloren \Rightarrow Stoffe gehen verloren</p> <p>und verbindet mit dem Vorgang eine Vorstellung, die aus der Wahl von eigenen Worten oder Vergleichsworten deutlich wird.</p> <p>Grundbegriffe der Chemie</p> <p>Die Schülerin argumentiert auf der Basis eines klaren Stoffbegriffes, sie ist in der Lage, ihre Vorstellung zu zeichnen und beginnt eine Argumentation im Sinne der Lavoisierschen Principes.</p> <p>Aus diesem Grund kann ihr Verstehen als ein vertieftes Verstehen der Stufe III der Wagenscheinschen Rangstufen aufgefasst werden, wobei sie dabei ist, ein immer tieferes Verständnis bis hin zur Stufe V zu entwickeln.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aufmerksam sein • Fragwürdigkeit erkennen • Beziehung konstituieren • Sinn konstituieren • Versprachlichen • Aushandeln
-----------	-----------	--	--

Janina 8a	V	<p>Janina sagt: „Es hat eine chemische Reaktion, eine Stoffumwandlung stattgefunden. Bei einer chemischen Reaktion entstehen neue Stoffe mit neuen Eigenschaften.“, dabei betont sie sowohl den Erhaltungs- als auch den Verwandlungsaspekt.</p> <p>Die Schülerin verbindet mit dem Vorgang eine Vorstellung, die aus der Wahl von eigenen Worten oder Vergleichsworten deutlich wird.</p> <p>Grundbegriffe der Chemie:</p> <p>Die Schülerin argumentiert auf der Basis eines klaren Teilchenkonzeptes, mit dem sie die wahrgenommenen stofflichen Veränderungen zu deuten versucht. Diese Teilchen würde sie jedoch nicht materiell sondern symbolisch beschreiben.</p> <p>Damit bewegt sich Janina auf der Rangstufe V in der Wagenscheinschen Rangstufen des Verstehens.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aufmerksam sein • Fragwürdigkeit erkennen • Beziehung konstituieren • Aushandeln
-----------	---	--	---

Jannik 8a	I	<p>Jannik sagt: „Es hat eine chemische Reaktion, eine Stoffumwandlung stattgefunden.“ Jannik sagt nicht: „Bei einer chemischen Reaktion entstehen neue Stoffe mit neuen Eigenschaften.“ Er argumentiert mit den Bestandteilen der Stoffe und bleibt die Begründung für das Erscheinen einer chemischen Reaktion schuldig.</p> <p>Das Paar</p> <p>Eigenschaften bleiben erhalten \Rightarrow Stoffe bleiben erhalten</p> <p>beziehungsweise: Eigenschaften gehen verloren \Rightarrow Stoffe gehen verloren</p> <p>bleibt ihm daher verschlossen.</p> <p>Dennoch verbindet Jannik mit dem Vorgang eine Vorstellung, die aus der Wahl von eigenen Worten oder Vergleichsworten deutlich wird.</p> <p>Grundbegriffe der Chemie</p> <p>Er argumentiert auf der Basis eines klaren Teilchenkonzeptes, das aus seiner Argumentation eindeutig erkennbar ist.</p> <p>Aus diesem Grund schwer, Janniks Verstehen in Wagenscheins Rangstufen einzuordnen. Streng genommen müsste man seinen Verstehen als eines der Stufe I (nur verbal) einordnen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aufmerksam sein • Fragwürdigkeit erkennen • Versprachlichen
-----------	---	--	---

Julia K. 8b	III bis IV	<p>Julia sagt: „Es hat eine chemische Reaktion, eine Stoffumwandlung stattgefunden. Bei einer chemischen Reaktion entstehen neue Stoffe mit neuen Eigenschaften.“</p> <p>Sie argumentiert in beide Richtungen: Eigenschaften bleiben erhalten \rightarrow Stoffe bleiben erhalten</p> <p>beziehungsweise: Eigenschaften gehen verloren \rightarrow Stoffe gehen verloren, wobei ihr das Prinzip des Wandels in der Erhaltung ausdrücklich wichtig ist (Interview Julia K. 8b 189).</p> <p>Die Schülerin verbindet mit dem Vorgang eine Vorstellung, die aus der Wahl von eigenen Worten oder Vergleichsworten deutlich wird (Golddünen 8b 537B).</p> <p>Grundbegriffe der Chemie</p> <p>Die Schülerin argumentiert anfänglich aufgrund eines Teilchenkonzeptes, das sie jedoch später im Verlauf des Interviews wieder verlässt und nun aufgrund der Lavoisierschen Principes die Erhaltung im Wandel beziehungsweise den Wandel in der Erhaltung betont.</p> <p>Aus diesem Grund kann ihr Verstehen zwischen den Wagenscheinschen Rangstufen III und IV eingeordnet werden.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aufmerksam sein • Beziehung konstituieren • Versprachlichen • Fragwürdigkeit erkennen
-------------	------------	---	--

Max 8b	II	<p>Max sagt ausdrücklich: „Es hat eine chemische Reaktion, eine Stoffumwandlung stattgefunden“.</p> <p>Er macht dies im Unterricht an neuen Stoffeigenschaften fest, wobei er nicht immer stringent argumentiert und sich auch in Widersprüche verwickelt.</p> <p>Aus diesem Grund kann sein Verstehen auf der Rangstufe II (verfügend / bedienend) auf der Wagenscheinschen Stufenskala eingeordnet werden.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aufmerksam sein • Fragwürdigkeit erkennen
--------	----	--	--

Pascal K. 8a	I	<p>Nur verbal: Pascal sagt: sinngemäß „Es hat eine chemische Reaktion, eine Stoffumwandlung stattgefunden..“</p> <p>Schon bei der Argumentation auf Stufe II (verfügend/bedienend) verwickelt sich Pascal in Widersprüche bei den logischen Zusammenhängen:</p> <p>Eigenschaften bleiben erhalten ⇒ Stoffe bleiben erhalten</p> <p>beziehungsweise: Eigenschaften gehen verloren ⇒ Stoffe gehen verloren</p> <p>Er verbindet manchmal mit dem Vorgang eine vage Vorstellung von einem Außen und Innen der Stoffe.</p> <p>Pascals Verstehen bewegt sich die allermeiste Zeit auf Stufe I (nur verbal), was nicht mit dem in dieser Arbeit definieren Begriff vom Vertieften Verstehen bezeichnet werden kann.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aufmerksam sein
--------------	---	---	---

Patrick 8b	II	<p>Patrick sagt sinngemäß: „Es hat eine chemische Reaktion, eine Stoffumwandlung stattgefunden. Bei einer chemischen Reaktion entstehen neue Stoffe mit neuen Eigenschaften.“</p> <p>Er argumentiert nach der Struktur:</p> <p>Eigenschaften bleiben erhalten ⇒ Stoffe bleiben erhalten</p> <p>beziehungsweise: Eigenschaften gehen verloren ⇒ Stoffe gehen verloren</p> <p>Aus diesem Grund ist Patricks Verstehen auf der Stufe II (verfügend/bedienend) anzusiedeln.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aufmerksam sein
------------	----	--	---

Sarah 8b	II bis III manchmal IV	<p>Sarah sagt sinngemäß: „<i>Es hat eine chemische Reaktion, eine Stoffumwandlung stattgefunden. Bei einer chemischen Reaktion entstehen neue Stoffe mit neuen Eigenschaften.</i>“</p> <p>Während des weiteren Interviews argumentiert Sarah vor allem auf der Ebene: Eigenschaften bleiben erhalten → Stoffe bleiben erhalten, beziehungsweise: Eigenschaften gehen verloren → Stoffe gehen verloren.</p> <p>Sarah verbindet, wie aus dem Interview hervorgeht, mit den Phänomenen eine Vorstellung und sie ist auch sofort in der Lage, die Vorstellung von „<i>Körnchen</i>“ in ihre Argumentation einzubeziehen. Da sie Ansätze zeigt, Synthese und Analyse als komplementäre Vorgänge aufzufassen, ist ihr Verstehen teilweise schon auf Stufe IV anzusiedeln, im Großteil ihrer Argumentation bleibt es zwischen Stufe II und III. Dass es nicht immer zu Stufe III gehört, darauf deuten die Widersprüchlichkeiten im Fragebogen und dem Anfang des Interviews hin.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aufmerksam sein • Fragwürdigkeit erkennen • Beziehung konstituieren • Versprachlichen • Aushandeln
----------	------------------------------	--	--

Steven 8a	V	<p>Steven sagt sinngemäß: „<i>Es hat eine chemische Reaktion, eine Stoffumwandlung stattgefunden. Bei einer chemischen Reaktion entstehen neue Stoffe mit neuen Eigenschaften.</i>“ Er hat eine klare Vorstellung vom Zusammenhang Eigenschaften bleiben erhalten ⇒ Stoffe bleiben erhalten</p> <p>beziehungsweise: Eigenschaften gehen verloren ⇒ Stoffe gehen verloren</p> <p>Er verbindet mit dem Vorgang eine Vorstellung, die aus der Wahl von <i>eigenen</i> Worten oder Vergleichsworten deutlich wird.</p> <p>Grundbegriffe der Chemie: Er argumentiert auf der Basis eines klaren Stoffbegriffes, der aus ihrer Argumentation eindeutig erkennbar ist und aufgrund eines Teilchenkonzeptes.</p> <p>Aus diesem Grund ist sein Verstehen in den Wagenscheinschen Rangstufen auf der Stufe V anzusiedeln.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aufmerksam sein • Fragwürdigkeit erkennen • Beziehung konstituieren • Versprachlichen • Aushandeln
-----------	---	---	--

Es ist also gelungen, die Verstehensprozesse in einem Querschnitt (zweite Forschungsfrage) und einem Längsschnitt (dritte Forschungsfrage) darzustellen.

Absichtlich wurde hier auf jede Quantifizierung („Wie viele Schülerinnen haben das Vertiefte Verstehen (Stufe III und höher) erreicht?“ und ähnliche Fragestellungen) verzichtet, da es sich bei dieser Arbeit **nicht um eine Feldstudie**, die dem Anspruch der Repräsentation der Anzahl der Fälle eines *Vertieften Verstehens* innerhalb einer Klasse oder dergleichen genügen müsste, handelt, **sondern um eine qualitative Fallstudie**, die das Ziel hat, die individuellen Verstehensprozesse mit Hilfe der Phänomenographischen Analyse nachzuzeichnen.

Die Reflexionen der interviewten Schülerinnen, bei denen sich ein *Vertieftes Verstehen* eingestellt hat, auf den Unterricht, werden später zur Beantwortung der vierten Forschungsfrage einer besonderen Betrachtung unterzogen.

Dabei erhebt die Studie ***allerdings den Anspruch*** dass das jeweilige ***Set der Kategorien***, also die ***zweidimensionale Landkarte*** des Verstehens einer chemischen Reaktion als ***Querschnitt*** bei der zweiten Forschungsfrage und die ***Grenzstrukturen der Verstehensprozesse als Längsschnitt*** bei der dritten Forschungsfrage im Martonschen Sinne ***stabil und verallgemeinerbar*** ist, weil es in unterschiedlichen Situationen (hier in unterschiedlichen Klassen beziehungsweise unterschiedlichen Unterrichtsstunden) auftaucht (Vergl.: Marton 1981, S. 195).

Bei der Auswertung der Daten wurden die Erwartungen des Autors insofern übertroffen, dass er nicht damit gerechnet hatte, ein *Vertieftes Verstehen* oberhalb der Stufe IV (bei Fabian, Steven und Janina) in einer 8. Klasse der Realschule überhaupt feststellen zu können.

Im folgenden Kapitel soll nun untersucht werden, in wieweit das *Vertiefte Verstehen* auf die Wagenscheindidaktik zurückzuführen ist. Dabei spielt die Perspektive der Betroffenen, d.i. die der Schülerinnen, eine wichtige Rolle.

4 Forschungsfrage 4: Inwieweit lässt sich das *Vertiefte Verstehen* (Stufe III und höher in den Wagenscheinschen Rangstufen) auf die Wagenscheindidaktik zurückführen?

Im bisherigen Verlauf dieser Arbeit wurde dargestellt, dass die gehaltenen Unterrichtssequenzen in der Anlage zum größten Teil auf der Wagenscheindidaktik beruhten und an bestimmten Stellen über sie hinausgingen. Mit einigen Abstrichen gelang auch teilweise eine Umsetzung im Sinne Wagenscheins.

Auch in Unterrichtssituationen, in denen der Autor als Lehrer immer wieder in die Rolle des fragend-entwickelnden Lehrers verfiel, war der Unterricht *dennoch auf einen individuellen Vertieftes Verstehen hin ausgelegt*.

Im weiteren Verlaufe wurden die im Unterricht stattfindenden Verstehensprozesse in einem *Querschnitt* und einem *Längsschnitt* dargestellt.

In diesem Kapitel soll nun danach geschaut werden, inwieweit der auf Wagenschein basierende Unterricht für das *Vertiefte Verstehen* der Schülerinnen verantwortlich gemacht werden kann.

Es hat sich gezeigt, dass sich trotz der offenkundlichen Defizite in der Umsetzung des genetisch-sokratisch-exemplarischen Lehrverfahrens (vergl. Kap. V 1) bei sieben der elf interviewten Schülerinnen ein *Vertieftes Verstehen* auf der Rangstufe III oder höher herausgebildet hat.

Der Lehrer hat auch im Unterricht seine Intention (ein Verstehen seitens der Schülerinnen) klar zum Ausdruck gebracht (Aussagen der Kategorie LV). Auch in Unterrichtsphasen, in denen es ihm nicht gelang, aus der Rolle des Aushandelnden eines Ergebnisses herauszutreten, wurde diese Intention nie aus den Augen verloren (Aussagen der Kategorie LA treten in den Dienst der Ziele der Aussagen von der Kategorie LM).

Aus diesem Grund ist die Perspektive der Schülerinnen von besonderer Bedeutung, da nur sie Aufschluss darüber geben kann, inwieweit sie das eigene Verstehen auf die veränderte Unterrichtsgestaltung zurückführen. Daher wird die vierte Frage folgendermaßen differenziert:

4.1 Erleben auch die Schülerinnen den Unterricht als *vertieft*?

4.2 Tritt *Verstehen* in den Vordergrund?

4.3 Was bedeutet *Verstehen* dabei für die Betroffenen?

Zunächst werden die Ergebnisse klinischen Einzelinterviews, der Metagespräche und der Fragebögen detailliert dargestellt.

Die Antworten, die die elf Schülerinnen während der Interviews gegeben haben, wurden für jede Schülerin mit Hilfe von Leitfragen, die sich an den Teilfragen der vierten Forschungsfrage orientieren, folgendermaßen zusammengefasst:

4.1 Reflexionen über den Unterricht im Interview¹⁸⁰

Sarah 8b

	Leitfrage	Reflexion
	Wie fandest du es, dass der Lehrer nicht gesagt hat, „wie es ist“?	Die Gruppe mit vielen „schlau“ Kindern wirkt als Korrektur (272). Der Lehrer „verrät“ nicht, wie es ist (274). Der Stuhlkreis wird als sympathisch empfunden, weil man dabei die Meinung der anderen Leute besser verstehen kann (276). Diese Art des Unterrichts wird als sehr gut empfunden (290). Man kann sich in die Gedanken der anderen „zurückversetzen“ (296).
	Wie oft sollte eine solche Art des Unterrichts (noch) stattfinden?	Noch mehrere Male, aber nicht so oft dass es Alltag würde (324).
4.1	Erlebt die Schülerin/der Schüler den Unterricht als „vertieft“? Mit welchen Eigenschaftswörtern wird die Unterrichtssituation im Stuhlkreis beschrieben?	Eigenschaftswörter: Klarer (301/302) weniger langatmig (318) Die Kamera beeinflusst den Unterricht (304/306).
4.2	Tritt „Verstehen“ dabei in den Vordergrund?	Man muss fragen, ob es einer verstanden hat, durch hinschauen kann man nicht wissen, ob jemand „mitmacht“ (337). Es ist interessanter, wenn man es so „entwickeln“ würde (410).
4.3	Was bedeutet „Verstehen“ dabei für die/den Betroffene/n?	Verstehen kann man nicht beobachten (387).

¹⁸⁰ Die jeweilige Stelle im Interview wird hierbei aus Gründen der Übersichtlichkeit in Klammern nach der Aussage verkürzt angegeben. Insofern ist in der tabellarischen Darstellung nur die entsprechende Nummer vermerkt. Es bedeutet also die Zahl (272) in der Reflexion von Sarah, Klasse 8b die sonst so bezeichnete Interviewstelle (Interview Sarah 8b 272). Sämtliche Aussagen sind aus Gründen der Lesbarkeit (Dialekt, Satzbau) nicht wörtlich, sondern sinngemäß wiedergegeben.

Janina 8a

	Leitfrage	Reflexion
	Wie fandest du es, dass der Lehrer nicht gesagt hat, „wie es ist“?	Anfangs gut, später wären ein paar Tipps gut gewesen (217). verwirrend (220) in anderen Schulfächern hilfreich (236) Man kann die Lösung aus einzelnen Meinungen zusammensetzen (240). Man hat eine Erleuchtung (260). übersichtlicher (288)
	Wie oft sollte eine solche Art des Unterrichts (noch) stattfinden?	-
4.1	Erlebt die Schülerin/der Schüler den Unterricht als „vertieft“? Mit welchen Eigenschaftswörtern wird die Unterrichtssituation im Stuhlkreis beschrieben?	Eigenschaftswörter: Langatmig - es geht ewig (310) wegen der vielen Wiederholungen (318) strukturiert (328ff)
4.2	Tritt „Verstehen“ dabei in den Vordergrund?	Man hat eine Erleuchtung (260).
4.3	Was bedeutet „Verstehen“ dabei für die/den Betroffene/n?	Man kommt auf die richtige Spur (220). Man hat eine Erleuchtung (260).

Julia K. 8b

	Leitfrage	Reflexion
	Wie fandest du es, dass der Lehrer nicht gesagt hat, „wie es ist“?	Es ist nicht produktiver als sonst (224). Die Wiederholungen sind langweilig (231). Es ist hilfreich (235). Durch die Diskussion in der Gruppe ist mir ein Licht aufgegangen (237). Man kann in die eigene Falle gehen (238).
	Wie oft sollte eine solche Art des Unterrichts (noch) stattfinden?	-
4.1	Erlebt die Schülerin/der Schüler den Unterricht als „vertieft“? Mit welchen Eigenschaftswörtern wird die Unterrichtssituation im Stuhlkreis beschrieben?	Am Anfang war es rätselhaft, zum Schluss erfolgte die Auflösung (209).
4.2	Tritt „Verstehen“ dabei in den Vordergrund?	Am Anfang rätselhaft, zum Schluss erfolgte die Auflösung (209).
4.3	Was bedeutet „Verstehen“ dabei für die/den Betroffene/n?	Wenn man mich fragt kann ich die richtige Antwort geben (194). Es gibt die (im Sinne von einer einzigen M.S.) Auflösung (209). Mir ist ein Licht aufgegangen (237).

Max 8b

	Leitfrage	Reflexion
	Wie fandest du es, dass der Lehrer nicht gesagt hat, „wie es ist“?	Interessant (246) Man hat eigene Ideen (246). Andere erklären mit den Händen (250).
	Wie oft sollte eine solche Art des Unterrichts (noch) stattfinden?	Nicht auf Dauer, denn es ist zu zeitaufwändig (246). Einmal pro Woche (280)
4.1	Erlebt die Schülerin/der Schüler den Unterricht als „vertieft“? Mit welchen Eigenschaftswörtern wird die Unterrichtssituation im Stuhlkreis beschrieben?	Die Klasse denkt mit und strengt sich an (246). Man kann sich gegenseitig anschauen (250).
4.2	Tritt „Verstehen“ dabei in den Vordergrund?	Wenn ich gut mitmache, dann melde ich mich oft und dann merke ich für mich selber, ob ich das Thema verstanden habe – gut - und habe auch viele Ideen, merke ich dann (298/300/302).
4.3	Was bedeutet „Verstehen“ dabei für die/den Betroffene/n?	

Dominik 8b

	Leitfrage	Reflexion
	Wie fandest du es, dass der Lehrer nicht gesagt hat, „wie es ist“?	Langweilig (230) der Stuhlkreis war langatmig (234) es war eine Zeitvergeudung (245/246)
	Wie oft sollte eine solche Art des Unterrichts (noch) stattfinden?	Einmal im Jahr (276)
4.1	Erlebt die Schülerin/der Schüler den Unterricht als „vertieft“? Mit welchen Eigenschaftswörtern wird die Unterrichtssituation im Stuhlkreis beschrieben?	-
4.2	Tritt „Verstehen“ dabei in den Vordergrund?	-
4.3	Was bedeutet „Verstehen“ dabei für die/den Betroffene/n?	-

Pascal K. 8a

	Leitfrage	Reflexion
	Wie fandest du es, dass der Lehrer nicht gesagt hat, „wie es ist“?	Ich mache es mir ein bisschen leichter (220) (→ das impliziert: ich fand es weniger gut? M.S.). Dennoch: Es hat mehr Spaß gemacht (216). Es hat Sinn gemacht (218). Die Ideen von den anderen zu hören ist gut, man kann es sich merken (238).
	Wie oft sollte eine solche Art des Unterrichts (noch) stattfinden?	Alle zwei Wochen
4.1	Erlebt die Schülerin/der Schüler den Unterricht als „vertieft“? Mit welchen Eigenschaftswörtern wird die Unterrichtssituation im Stuhlkreis beschrieben?	Eigenschaftswörter: interessanter (265) produktiver (274)
4.2	Tritt „Verstehen“ dabei in den Vordergrund?	-
4.3	Was bedeutet „Verstehen“ dabei für die/den Betroffene/n?	Wenn ich es jemand anderem weiter erzählen kann (227)

Jannik 8a

	Leitfrage	Reflexion
	Wie fandest du es, dass der Lehrer nicht gesagt hat, „wie es ist“?	Gut, man muss es selber rausfinden - der Lehrer weiß es, die Schüler müssen es rauskriegen (286). Es ist wie ein Puzzle (306).
	Wie oft sollte eine solche Art des Unterrichts (noch) stattfinden?	-
4.1	Erlebt die Schülerin/der Schüler den Unterricht als „vertieft“? Mit welchen Eigenschaftswörtern wird die Unterrichtssituation im Stuhlkreis beschrieben?	Eigenschaftswörter: spannender (318) lehrreich und intensiver (326) länger (330)
4.2	Tritt „Verstehen“ dabei in den Vordergrund?	-
4.3	Was bedeutet „Verstehen“ dabei für die/den Betroffene/n?	Ich kann die Sachen mit eigenen Worten erklären (314).

Franka 8a

	Leitfrage	Reflexion
	Wie fandest du es, dass der Lehrer nicht gesagt hat, „wie es ist“?	Durch den Stuhlkreis könnte jeder sagen was er denkt (195). Es ergibt ein Gesamtbild (326).
	Wie oft sollte eine solche Art des Unterrichts (noch) stattfinden?	Alle drei bis vier Wochen (330) oder immer nach dem Versuch (332)
4.1	Erlebt die Schülerin/der Schüler den Unterricht als „vertieft“? Mit welchen Eigenschaftswörtern wird die Unterrichtssituation im Stuhlkreis beschrieben?	Eigenschaftswörter: langatmiger (277)
4.2	Tritt „Verstehen“ dabei in den Vordergrund?	Es ist wie ein Wettkampf (326).
4.3	Was bedeutet „Verstehen“ dabei für die/den Betroffene/n?	Wenn ich weiß, wie es geht, wenn ich sagen kann: so ist es gegangen (231).

Patrick 8b

	Leitfrage	Reflexion
	Wie fandest du es, dass der Lehrer nicht gesagt hat, „wie es ist“?	Diktieren wäre doof (424). Gut (498)
	Wie oft sollte eine solche Art des Unterrichts (noch) stattfinden?	Einmal im Monat (450)
4.1	Erlebt die Schülerin/der Schüler den Unterricht als „vertieft“? Mit welchen Eigenschaftswörtern wird die Unterrichtssituation im Stuhlkreis beschrieben?	Eigenschaftswörter: produktiv (422) das Gespräch ist im Vordergrund (444) es ist ein guter Weg (498) nicht gelangweilt (533)
4.2	Tritt „Verstehen“ dabei in den Vordergrund?	-
4.3	Was bedeutet „Verstehen“ dabei für die/den Betroffene/n?	Jeder hat eine eigene Logik (408)

Steven 8a

	Leitfrage	Reflexion
	Wie fandest du es, dass der Lehrer nicht gesagt hat, „wie es ist“?	Aufschlussreich (182) man ist gespannt, was passiert, was für Argumente die anderen bringen (196) für die, die Chemie blöd finden (207) ist der normale Unterricht aufschlussreicher (208) in Mathe wäre es blöd (210)
	Wie oft sollte eine solche Art des Unterrichts (noch) stattfinden?	-
4.1	Erlebt die Schülerin/der Schüler den Unterricht als „vertieft“? Mit welchen Eigenschaftswörtern wird die Unterrichtssituation im Stuhlkreis beschrieben?	Man geht anders an das Thema ran (192). Man muss sich selber mit anderen beraten (192). Da muss man die Fakten, die man hat, sich selber denken (192). Es kann jeder die Bezugspersonen sein, der ein gutes Argument hat (194). Im Stuhlkreis sich jeder getraut, seine Meinung zu sagen (198).
4.2	Tritt „Verstehen“ dabei in den Vordergrund?	Jeder denkt in andere Richtungen weiter (182). Man vergleicht, was übereinstimmt (188).
4.3	Was bedeutet „Verstehen“ dabei für die/den Betroffene/n?	Wenn ich alle Schritte genau verstehe und erkläre (1).

Fabian 8b

	Leitfrage	Reflexion
	Wie fandest du es, dass der Lehrer nicht gesagt hat, „wie es ist“?	Man behält es besser (280). Am besten (338). Ein Stück weit kann man selbst beurteilen, ob es richtig oder falsch ist (284). Man braucht den Lehrer für die Sicherheit (310). Selbst gedacht und bestätigt bekommen zusammen ist wichtig (316)
	Wie oft sollte eine solche Art des Unterrichts (noch) stattfinden?	-
4.1	Erlebt die Schülerin/der Schüler den Unterricht als „vertieft“? Mit welchen Eigenschaftswörtern wird die Unterrichtssituation im Stuhlkreis beschrieben?	Eigenschaftswörter: nicht oberflächlich (456) intensiver (460) produktiv (468)
4.2	Tritt „Verstehen“ dabei in den Vordergrund?	-
4.3	Was bedeutet „Verstehen“ dabei für die/den Betroffene/n?	Es selber gemacht haben (381/382). Fabian trifft eine genaue Unterscheidung zwischen einem Verstehen auf der Stufe II und Verstehen III (389 bis 410).

4.2 Reflexionen über den Unterricht in den Metagesprächen

Metagespräch Klasse 8a

Hast du dich in den Gesprächsrunden wohl gefühlt? Woran lag das?

Und: Wie fandest du die Gesprächsrunden im Stuhlkreis?

In der Klasse 8a gaben 10 Schülerinnen an, sich in den Gesprächsrunden eher wohl gefühlt zu haben (16), acht Schülerinnen gaben an sich eher nicht wohl gefühlt zu haben (18) ¹⁸¹.

Die Schülerinnen, die sich wohl gefühlt haben, gaben als Gründe dafür an:

- weil es interessant war, andere Meinungen zu hören (4)
- weil es eigentlich ganz normal war, das heißt dass außer Herrn Buck keine fremden Leute anwesend waren (6)
- weil jeder seine Meinung gehabt hat und sich die Meinungen dann zu einem Ganzen ergänzt haben (8)
- weil man sich durch das Kreisgespräch seine Meinung noch einmal anders überlegen konnte (8)

Die Schülerinnen, die sich nicht wohl gefühlt haben, gaben als Gründe dafür an:

- weil es mit der Zeit langweilig wurde, immer wieder dasselbe Thema zu besprechen (23, 29)
- weil man das Ergebnis nicht gesagt bekommen hat (23)
- weil man am Ende der Stunde noch nicht wusste, ob die eigenen Argumente in die richtige Richtung gehen (29)

Waren die Gespräche für Dich ergiebig?

Die Schülerinnen, die angegeben haben, dass die Gespräche für sie ergiebig gewesen seien, gaben als Gründe dafür an:

- dass es aufschlussreich gewesen ist, die Meinung von den anderen Schülerinnen zu hören - was ihnen gerade im Moment durch den Kopf geht (31, 32)

Was haben sie gebracht?

Die Schülerinnen, die sich zu dieser Frage geäußert haben, gaben an, die Gesprächsrunden hätten folgendes gebracht:

- dass man oft seine Meinung wechseln musste (39)
- dass man manchmal verunsichert wurde (41)
- dass man nun weiß, wie die Stoffe reagieren, aber nicht unbedingt warum (42)
- dass auch Schülerinnen, die im Chemieunterricht schwächer machen, sich äußern konnten (32)
- dass man die Sache aus mehr Sichten sieht (84)
- dass man jedes Detail betrachtet hat (84)
- dass das Problem zerstückelt wurde (84)

¹⁸¹ In der Klasse 8a lässt der Lehrer zur Beantwortung der Frage zwei Auswahlmöglichkeiten zu: „eher wohl gefühlt“ und „eher nicht wohl gefühlt“. Im Gegensatz dazu lässt er in der Klasse 8b drei Antwortmöglichkeiten zu: „eher wohl gefühlt“, „so halb und halb“ und „eher nicht wohl gefühlt“.

Waren die Gespräche hilfreich für das Verstehen?

In dieser Klasse gab keine Schülerin an, dass sich in ihrem Verstehensprozess gar nichts geändert habe (45), vierzehn Schülerinnen gaben an, dass sich in ihrem Verstehen ein bisschen etwas verändert habe (47), drei Schülerinnen gaben an, dass sich war ihnen ein bisschen mehr verändert habe (49) und keine Schülerin gab an, dass sich der ihr alles verändert habe (52).

Mehrere Schülerinnen äußerten, dass sie anfänglich durch die Tatsache, dass der Lehrer überhaupt keine inhaltlichen Hinweise gegeben hatte, verwirrt waren (54, 59, 61, 69), dass sie während der Diskussion manchmal gemeint hatten, es verstanden zu haben und ihre Meinung jedoch danach revidieren mussten (39, 54, 56, 59), am Schluss der Diskussion sich jedoch bessere Argumente dadurch herauskristallisierten, dass sie besser zu anderen Argumenten oder zu dem eigenen anfänglichen Argument passten (59, 61, 63, 65, 67).

Nur eine Schülerinnen war der Ansicht, dass die Ergebnisse der Stunde das wichtigste seien (187, sechs Schülerinnen waren der Ansicht dass das Selbst-Herausfinden das wichtigste sei (185) und 14 Schülerinnen waren der Ansicht, beides sei gleich wichtig (189).

Wie fandest du es, dass der Lehrer nicht gesagt hat „wie es ist“?

Viele Schülerinnen fanden es anfänglich gut, dass der Lehrer sich inhaltlich zurückgehalten hatte, wünschten sich jedoch am Ende konkretere inhaltliche Hinweise des Lehrers (23, 29, 69, 63, 75, 78, 79)

Sollte diese Form des Unterrichts noch mal stattfinden?

- *Ja, immer.*
- *Ja, aber nur ab und zu.*
- *Nein, lieber nicht.*

Begründe deine Antwort.

Auf die Frage, ob diese Form des Unterrichts noch mal stattfinden sollte, antworteten die Schülerinnen wie folgt:

Keine Schülerin war der Ansicht, dass diese Art des Unterrichts immer stattfinden sollte (104), sechzehn Schülerinnen meinten, dass diese Art des Unterrichts „ab und zu“ stattfinden sollte (108). Die Begründung war, das ist den meisten Spaß gemacht habe (129), dass es abwechslungsreicher Unterricht gewesen sei (131), weil es Spaß mache, sich selber damit zu befassen und es selber herauszufinden (133) weil es bei schwierigen Themen besser sei, da die meisten Schüler dann aufmerksamer seien und besser zuhörten (133), weil es interessanter sei, wenn jeder etwas zum Problem sagt (150).

Fünf Schülerinnen waren dafür, dass diese Art des Unterrichts überhaupt nicht mehr stattfinden sollte (106). Als Gründe dafür gaben sie an, dass es langweilig sei (112, 122, 124). Auf Nachfrage des Lehrers, was denn langweilig sei, wurde das Gespräch genannt und die inhaltliche Zurückhaltung des Lehrers (127), die Versuche seien jedoch interessant gewesen (116, 118).

Metagespräch Klasse 8b

Hast du dich in den Gesprächsrunden wohl gefühlt? Woran lag das?

Und: Wie fandest du die Gesprächsrunden im Stuhlkreis?

In der Klasse 8b gaben vierzehn Schülerinnen an, sich in den Gesprächsrunden eher wohl gefühlt zu haben (6), neun Schülerinnen gaben an, bei ihnen wäre das Gefühl „so halb und halb“ gewesen (8), drei Schülerinnen gaben an sich eher nicht wohl gefühlt zu haben (10)¹⁸². Die Schülerinnen, die sich wohl gefühlt haben, gaben als Gründe dafür an:

- weil es interessant war, andere Meinungen zu hören (14)
- weil es schön war, dass alle Schülerinnen im Stuhlkreis den anderen ins Gesicht schauen konnten (16)
- weil man im Stuhlkreis viel offener reden könne (16)

Die Schülerinnen mit gemischten Gefühlen („so halb und halb“), gaben als Gründe dafür an:

- dass jeder eine andere Meinung gehabt hat und man das ausdiskutieren konnte war gut, dass sich wegen der Kameras einige verstellt haben zwar nicht so gut

Die Schülerinnen, die sich nicht wohl gefühlt haben, gaben als Gründe dafür an:

- weil die Kameras da waren (12)
- weil es langweilig war (17)

Waren die Gespräche für Dich ergiebig?

Die Schülerinnen, die angegeben haben, dass die Gespräche für sie ergiebig gewesen seien, gaben als Gründe dafür an:

- dass es aufschlussreich gewesen ist, die Meinung von den anderen Schülerinnen zu hören - was ihnen gerade im Moment durch den Kopf geht (31, 32)
- dass man jetzt mehr über die Stoffe herausgefunden hat (37)
- dass man jetzt mehr weiß (37)
- dass es im Stuhlkreis persönlicher sein (73)

Weniger ergiebig fanden einige Schülerinnen,

- dass sich viele Beiträge beim Gespräch im Stuhlkreis wiederholt hätten (32, 53)
- dass es genauso viel gebracht hat wie der normale Unterricht auch (65)

Was haben sie gebracht?

Die Schülerinnen, die sich zu dieser Frage geäußert haben, gaben an, die Gesprächsrunden hätten folgendes gebracht:

- dass man durch die Wiederholungen manchmal in seiner eigenen Meinung bestätigt worden ist (40)
- dass das Ergebnis durch die unterschiedlichen Meinungen viel vielfältiger und „größer“ geworden ist (42)
- dass man das besser behält, was man selbst rauskriegt, als das, was einem der Lehrer sagt (56)
- wenn mehrere Leute dieselbe Sache nacheinander mit ihren eigenen Worten sagen erhält man das auch besser (63)

¹⁸² In der Klasse 8a lässt der Lehrer zur Beantwortung der Frage zwei Auswahlmöglichkeiten zu: „eher wohl gefühlt“ und „eher nicht wohl gefühlt“. Im Gegensatz dazu lässt er in der Klasse 8b drei Antwortmöglichkeiten zu: „eher wohl gefühlt“, „so halb und halb“ und „eher nicht wohl gefühlt“.

Waren die Gespräche hilfreich für das Verstehen?

In dieser Klasse gaben vier Schülerinnen an, durch die vielen unterschiedlichen Meinungen zunächst einmal verwirrt worden zu sein (100), für die anderen Schülerinnen waren die unterschiedlichen Meinungen gut (102).

Weiterhin wurde geäußert, dass man durch die unterschiedlichen Meinungen der Schülerinnen überhaupt erst versteht, was damit gemeint es und dass man sich in den anderen hineindenkt und man es dadurch selbst versteht (110).

Zwei Schülerinnen waren der Ansicht, dass die Ergebnisse das Wichtigste seien (138), 15 Schülerinnen waren der Ansicht, dass das selber herausfinden wichtiger sei, auch war man dabei auf die Ergebnisse verzichten muss (140) und neun Schülerinnen meinten „so halb und halb“ (142)

Wie fandest du es, dass der Lehrer nicht gesagt hat „wie es ist“?

Einige Schülerinnen fanden es gut, weil man so ein bisschen nachdenken muss (120), einige, dass sie nicht von Lehrer ausgelacht wurden weil sie es nicht sofort wussten (124), einige, dass die Schülerinnen alles selbst herausgefunden haben (126) und dass man durch die anderen Meinungen lernt (129)

Weniger gut fanden einige Schülerinnen, dass der Lehrer sich inhaltlich zurückgenommen hat und nicht gesagt hat, wenn wir Schülerinnen auf einer falschen Fährte waren (128).

Sollte diese Form des Unterrichts noch mal stattfinden?

- *Ja, immer.*
- *Ja, aber nur ab und zu.*
- *Nein, lieber nicht.*

Begründe deine Antwort.

Auf die Frage, ob diese Form des Unterrichts noch mal stattfinden sollte, antworteten die Schülerinnen wie folgt:

Keine Schülerin war der Ansicht, dass diese Art des Unterrichts immer stattfinden sollte (151),

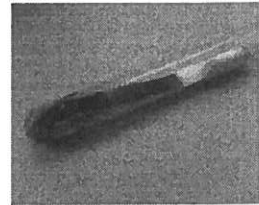
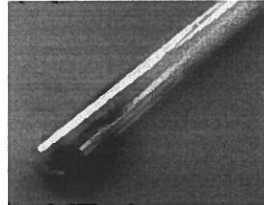
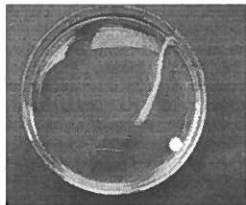
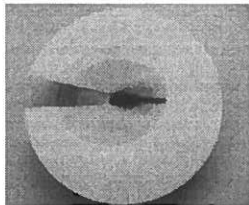
Zweiundzwanzig Schülerinnen waren der Ansicht, dass diese Art des Unterrichts „ab und zu“ stattfinden sollte. Positiv fanden sie, dass die Atmosphäre im Stuhlkreis lockerer sei (182), dass jeder seine Meinung sagen konnte (182), dass es jedoch mit der Zeit langweilig sei (182, 187, 188)

Vier Schülerinnen waren dafür, dass diese Art des Unterrichts überhaupt nicht mehr stattfinden sollte (153). Als Gründe dafür gaben sie an, dass sie den normalen Unterricht besser fänden und dort auch mehr mitbekommen würden (155), dass man irgendwann anfinde, und sind zu machen (157), dass sich im Stuhlkreis zu viele Meinungen wiederholen würden (171) und dass es zu langweilig wäre (171, 173)

4.3 Reflexionen über den Unterricht im Fragebogen

Klasse 8a

Angaben zum Vertieften Verstehen aus dem Fragebogen (Fragen 8-10)



Versuch 1 Chromatographie		Versuch 2 „Golddünen“		Versuch 3 Pyrolyse von Zellulosewatte		Versuch 4 Kupfer und Schwefel	
Nr.8. Verstehst Du, was bei den einzelnen Versuchen „eigentlich“ passierte?							
	Anzahl Nennungen		Anzahl Nennungen		Anzahl Nennungen		Anzahl Nennungen
Ja	14	Ja	7	Ja	6	Ja	7
Nein	1	Nein	2	Nein	1	Nein	1
Im großen Ganzen schon	3	Im großen Ganzen schon	5	Im großen Ganzen schon	9	Im großen Ganzen schon	3
Ja, so ungefähr	2	Ja, so ungefähr	5	Ja, so ungefähr	3	Ja, so ungefähr	10
keine Angaben	1	keine Angaben	2	keine Angaben	2	keine Angaben	1
Trotzdem bleiben noch Rätsel?		Trotzdem bleiben noch Rätsel?		Trotzdem bleiben noch Rätsel?		Trotzdem bleiben noch Rätsel?	
Ja	5	Ja	12	Ja	7	Ja	9
Nein	13	Nein	6	Nein	11	Nein	9
keine Angaben	3	keine Angaben	3	keine Angaben	3	keine Angaben	3

Nr. 9 Woran merkst Du, ob Du etwas **wirklich** verstanden hast?

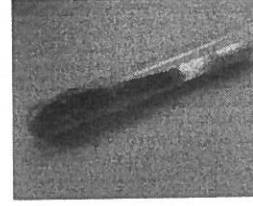
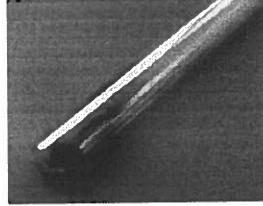
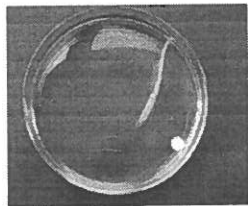
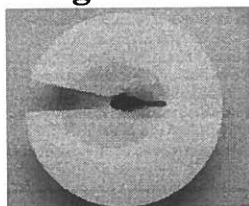
	Anzahl Nennungen
Wenn ich weiß was passiert ist/wie etwas geht (zu 100%)	6
Wenn ich es selbst erklären kann/man dem erzählen kann	5
Wenn es in den Kopf klingelt	2
Wenn ich alle Teilschritte genau verstehe	1
Wenn ich es nachvollziehen kann	1
Wenn ich es kann und es für mich einen Sinn hat	1
Wenn ich keine Fragen mehr habe	1
Weil ich aufgepasst habe	1
Keine Angaben	6

Nr. 10 Fandest Du bei einem oder mehreren Versuchen etwas „schön“ oder „cool“?

	Anzahl Nennungen
	15
Ja	15
Nein	3
Keine Angaben	2
Nur, wenn Du „JA“ angekreuzt hast: Bei welchem Versuch und was?	
Versuch 2 („Golddünenversuch“)	9
Glitzernder Stoff ist entstanden (beim „Golddünenversuch“)	4
Schwefel bzw. Kupfer glüht	4
Dass so viele Farben entstanden	4
Versuch eins (Chromatographie)	2
Die Effekte und die Stoffe	1
Weil es bei uns nicht so geklappt hat	1

Klasse 8b

Angaben zum Vertieften Verstehen aus dem Fragebogen (Fragen 8-10)



Versuch 1 Chromatographie		Versuch 2 „Golddünen“		Versuch 3 Pyrolyse von Zellulosewatte		Versuch 4 Kupfer und Schwefel	
Nr.8. Verstehst Du, was bei den einzelnen Versuchen „eigentlich“ passierte?							
	Anzahl Nennungen		Anzahl Nennungen		Anzahl Nennungen		Anzahl Nennungen
Ja	13	Ja	11	Ja	13	Ja	10
Nein	0	Nein	4	Nein	0	Nein	0
Im großen Ganzen schon	11	Im großen Ganzen schon	7	Im großen Ganzen schon	8	Im großen Ganzen schon	8
Ja, so ungefähr	1	Ja, so ungefähr	3	Ja, so ungefähr	3	Ja, so ungefähr	6
keine Angaben	0	keine Angaben	0	keine Angaben	1	keine Angaben	1
Trotzdem bleiben noch Rätsel?		Trotzdem bleiben noch Rätsel?		Trotzdem bleiben noch Rätsel?		Trotzdem bleiben noch Rätsel?	
Ja	9	Ja	11	Ja	6	Ja	9
Nein	10	Nein	8	Nein	12	Nein	8
keine Angaben	0	keine Angaben	0	keine Angaben	1	keine Angaben	2

Nr. 9 Woran merkst Du, ob Du etwas **wirklich** verstanden hast?

	Anzahl Nennungen
Wenn ich es (mit eigenen Worten) erklären kann	5
Wenn man mich fragt kann ich die richtige Antwort geben	4
Wenn ich weiß wie es geht/funktioniert (wenn ich Weiß wie die Stoffe entstanden sind)	3
Wenn ich es nachvollziehen kann	3
Wenn ich mir erklären kann, warum das passiert	2
Wenn ich (mich in Ruhe und Stille zuhause zurückziehe und) nachdenke	2
Wenn ich den Sinn verstehe	1
Wenn ich verstehe, wie es entsteht	1
Wenn ich es richtig wiedergeben kann	1
Wenn ich mir selber eine Frage beantworten kann	1
Wenn ich gut mitarbeiten kann	1
Wenn ich selbst immer wieder warum frage	1
Wenn ich es mir zuhause noch mal klarmache weiß ich es	1
Wenn ich es auswendig kann	1
Keine Angaben	2

Nr. 10 Fandest Du bei einem oder mehreren Versuchen etwas „schön“ oder „cool“?

	Anzahl Nennungen
	Ja 17
	Nein 4
	Keine Angaben 1
Nur, wenn Du „JA“ angekreuzt hast: Bei welchem Versuch und was?	
Versuch 1 (Chromatographie)	9
Das verschiedene Farben entstanden sind/das es bunt wurde	7
Versuch zwei („Golddünenversuch“)	5
Weil man sehen kann, wie sich die Farbe ändert	2
Alle Versuche/das Geschehen bei den Versuchen, weil man es vorher nicht gesehen hatte	2
Es ist interessant, was passiert, wenn man verschiedene Stoffe mischt	1
Weil ich nicht wusste was passiert	1
Versuch 4 (Kupfer und Schwefel)	1
Coole Reaktionen	1
Es hat geblitzt	1
Selbsttätigkeit	1
Zusammenarbeit	1

4.4 Kategorisierung und Interpretation der Daten

Auf der Basis dieser Ergebnisse können nun die drei Teilfragen der vierten Forschungsfrage den entsprechenden Kategorien zugeordnet werden, das heißt:

Erleben auch die Schülerinnen den Unterricht als vertieft?

Die Aussagen, die die Schülerinnen in Interview, Metagespräch und Fragebogen zur Beantwortung dieser Frage tätigen, werden in Beziehung zu den im ersten Teil der Arbeit dargestellten Räumen der Wagenscheindidaktik gesetzt. Dabei werden im Zuge einer Datentriangulation die Antworten beider Klassen getrennt betrachtet.

Interviews

Räume der Wagenscheindidaktik	Klasse 8a	Klasse 8b
Genetisch	<ul style="list-style-type: none">• Man kann die Lösung aus einzelnen Meinungen zusammensetzen.• Durch den Stuhlkreis konnte jeder sagen was er denkt.• Es ergibt ein Gesamtbild.• Im Stuhlkreis sich jeder getraut, seine Meinung zu sagen• Es ist wie ein Puzzle.• Man geht anders an das Thema ran	<ul style="list-style-type: none">• Durch die Diskussion in der Gruppe ist mir ein Licht aufgegangen.• Man hat eigene Ideen.

Räume der Wagenscheindidaktik	Klasse 8a	Klasse 8b
Sokratisch	<ul style="list-style-type: none"> • Anfangs gut, später wären ein paar Tipps gut gewesen. • Verwirrend. • Es kann jeder die Bezugspersonen sein, der ein gutes Argument hat • Man muss sich selber mit anderen beraten 	<ul style="list-style-type: none"> • Die Gruppe mit vielen „schlau“ Kindern wirkt als Korrektur. • Man kann in die eigene Falle gehen. • Der Lehrer „verrät“ nicht, wie es ist. • Man kann sich in die Gedanken der anderen „zurückversetzen“. • Man kann sich gegenseitig anschauen. • Andere erklären mit den Händen. • Ein Stück weit kann man selbst beurteilen, ob es richtig oder falsch ist • Selbst gedacht und bestätigt bekommen zusammen ist wichtig • Man braucht den Lehrer für die Sicherheit
Exemplarisch	<ul style="list-style-type: none"> • Aufschlussreich • Übersichtlicher • strukturiert 	<ul style="list-style-type: none"> • Klarer • Am Anfang war es rätselhaft, zum Schluss erfolgte die Auflösung.

Räume der Wagenscheindidaktik	Klasse 8a	Klasse 8b
Aufmerksamkeit	<ul style="list-style-type: none"> • man ist gespannt, was passiert, was für Argumente die anderen bringen • langatmiger • spannender • Langatmig - es geht ewig wegen der vielen Wiederholungen • für die, die Chemie blöd finden ist der normale Unterricht aufschlussreicher • in Mathe wäre es blöd 	<ul style="list-style-type: none"> • Der Stuhlkreis wird als sympathisch empfunden, weil man dabei die Meinung der anderen Leute besser verstehen kann. • Diese Art des Unterrichts wird als sehr gut empfunden. • Die Klasse denkt mit und strengt sich an. • weniger langatmig • Die Wiederholungen sind langweilig. • es war eine Zeitvergeudung • Langweilig • der Stuhlkreis war langatmig
Verdichtung	<ul style="list-style-type: none"> • interessanter • produktiver • lehrreich und intensiver • länger • in anderen Schulfächern hilfreich. 	<ul style="list-style-type: none"> • Produktiv • Interessant • Es ist nicht produktiver als sonst. • Es ist hilfreich. • nicht oberflächlich • intensiver
Initiation	<ul style="list-style-type: none"> • Man hat eine Erleuchtung. • Da muss man die Fakten, die man hat, sich selber denken • Gut, man muss es selber rausfinden - der Lehrer weiß es, die Schüler müssen es rauskriegen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Durch die Diskussion in der Gruppe ist mir ein Licht aufgegangen. • Man hat eigene Ideen.
Einwurzelung	<ul style="list-style-type: none"> • Die Ideen von den anderen zu hören ist gut, man kann es sich merken. • Es hat Sinn gemacht. • Es hat mehr Spaß gemacht. 	<ul style="list-style-type: none"> • Man behält es besser. • Diktieren wäre doof • Gut • Am besten

Räume der Wagenscheindidaktik	Klasse 8a	Klasse 8b
Genetisch	weil jeder seine Meinung gehabt hat und sich die Meinungen dann zu einem Ganzen ergänzt haben	das jeder eine andere Meinung gehabt hat und man das ausdiskutieren konnte war gut dass man jetzt mehr über die Stoffe herausgefunden hat dass das Ergebnis durch die unterschiedlichen Meinungen viel vielfältiger und „größer“ geworden ist
Sokratisch	weil es interessant war, andere Meinungen zu hören weil man sich durch das Kreisgespräch seine Meinung noch einmal anders überlegen konnte weil man das Ergebnis nicht gesagt bekommen hat weil man am Ende der Stunde noch nicht wusste, ob die eigenen Argumente in die richtige Richtung gehen dass es aufschlussreich gewesen ist, die Meinung von den anderen Schülerinnen zu hören - was ihnen gerade im Moment durch den Kopf geht dass man oft seine Meinung wechseln musste dass man manchmal verunsichert wurde dass auch Schülerinnen, die im Chemieunterricht schwächer machen, sich äußern konnten	weil es interessant war, andere Meinungen zu hören weil es schön war, dass alle Schülerinnen im Stuhlkreis den anderen ins Gesicht schauen konnten weil man im Stuhlkreis viel offener reden könne das jeder eine andere Meinung gehabt hat und man das ausdiskutieren konnte war gut, dass sich wegen der Kameras einige verstellt haben zwar nicht so gut dass es aufschlussreich gewesen ist, die Meinung von den anderen Schülerinnen zu hören - was ihnen gerade im Moment durch den Kopf geht
Exemplarisch	dass das Problem zerstückelt wurde dass man jedes Detail betrachtet hat	-

Räume der Wagenscheindidaktik	Klasse 8a	Klasse 8b
Aufmerksamkeit	weil es mit der Zeit langweilig wurde, immer wieder dasselbe Thema zu besprechen	weil es langweilig war dass es im Stuhlkreis persönlicher sei dass sich viele Beiträge beim Gespräch im Stuhlkreis wiederholt hätten dass es genauso viel gebracht hat wie der normale Unterricht auch
Verdichtung	dass es aufschlussreich gewesen ist, die Meinung von den anderen Schülerinnen zu hören - was ihnen gerade im Moment durch den Kopf geht dass man nun weiß, wie die Stoffe reagieren, aber nicht unbedingt warum	wenn mehrere Leute dieselbe Sache nacheinander mit ihren eigenen Worten sagen behält man das auch besser
Initiation	-	-
Einwurzelung	dass man die Sache aus mehr Sichten sieht	dass man jetzt mehr weiß wenn mehrere Leute dieselbe Sache nacheinander mit ihren eigenen Worten sagen behält man das auch besser dass man durch die Wiederholungen manchmal in seiner eigenen Meinung bestätigt worden ist dass man das besser behält, was man selbst rauskriegt, als das, was einem der Lehrer sagt

Tritt Verstehen in den Vordergrund?

Bei den Aussagen, die die Schülerinnen in Interview, Metagespräch und Fragebogen zur Beantwortung dieser Frage tätigen, werden ebenfalls die Antworten beider Klassen getrennt voneinander betrachtet.

Interviews

	Klasse 8a	Klasse 8b
	<ul style="list-style-type: none">• Man hat eine Erleuchtung.• Es ist wie ein Wettkampf.• Jeder denkt in andere Richtungen weiter.• Man vergleicht, was übereinstimmt	<ul style="list-style-type: none">• Man muss fragen, ob es einer verstanden hat, durch hinschauen kann man nicht wissen, ob jemand „mitmacht“.• Es ist interessanter, wenn man es so „entwickeln“ würde.• Am Anfang rätselhaft, zum Schluss erfolgte die Auflösung.• Wenn ich gut mitmache, dann melde ich mich oft und dann merke ich für mich selber, ob ich das Thema verstanden habe – gut - und habe auch viele Ideen, merke ich dann.

	Klasse 8a	Klasse 8b
	<ul style="list-style-type: none"> • In dieser Klasse gab keine Schülerin an, dass sich in ihrem Verstehensprozess gar nichts geändert habe • vierzehn Schülerinnen gaben an, dass sich in ihrem Verstehen ein bisschen etwas verändert habe • drei Schülerinnen gaben an, dass sich war ihnen ein bisschen mehr verändert habe • keine Schülerin gab an, dass sich der ihr alles verändert habe • Mehrere Schülerinnen äußerten, dass sie anfänglich durch die Tatsache, dass der Lehrer überhaupt keine inhaltlichen Hinweise gegeben hatte, verwirrt waren • dass sie während der Diskussion manchmal gemeint hatten, es verstanden zu haben und ihre Meinung jedoch danach revidieren mussten • am Schluss der Diskussion sich jedoch bessere Argumente dadurch herauskristallisierten, dass sie besser zu anderen Argumenten oder zu dem eigenen anfänglichen Argument passten • Nur eine Schülerinnen war der Ansicht, dass die Ergebnisse der Stunde das wichtigste seien • sechs Schülerinnen waren der Ansicht dass das Selbst-Herausfinden das wichtigste sei • 14 Schülerinnen waren der Ansicht, beides sei gleich wichtig 	<ul style="list-style-type: none"> • In dieser Klasse gaben vier Schülerinnen an, durch die vielen unterschiedlichen Meinungen zunächst einmal verwirrt worden zu sein • für die anderen Schülerinnen waren die unterschiedlichen Meinungen gut • Weiterhin wurde geäußert, dass man durch die unterschiedlichen Meinungen der Schülerinnen überhaupt erst versteht, was damit gemeint ist und • dass man sich in den anderen hineindenkt und man es dadurch selbst versteht . • Zwei Schülerinnen waren der Ansicht, dass die Ergebnisse das Wichtigste seien • 15 Schülerinnen waren der Ansicht, dass das selber herausfinden wichtiger sei, auch war man dabei auf die Ergebnisse verzichten muss • und neun Schülerinnen meinten „so halb und halb“

Was bedeutet „Verstehen“ dabei für die Betroffenen?

Die Aussagen, die die Schülerinnen in Interview, Metagespräch und Fragebogen zur Beantwortung dieser Frage tätigen, werden in Beziehung zu den im ersten Teil der Arbeit dargestellten Wagenscheinschen/Helmstadtschen Rangstufen des Verstehens gesetzt. Dabei werden einer Datentriangulation die Antworten beider Klassen getrennt betrachtet.

Interviews

Helmstad (Wagenschein)	Klasse 8a	Klasse 8b
Verstehen als Rezeption (Stufe I: nur verbal)	Wenn ich es jemand anderem weiter erzählen kann.	Wenn man mich fragt kann ich die richtige Antwort geben
Verstehen als Akquisition (Stufe II: verfügend/bedienend)	Man kommt auf die richtige Spur.	Wenn ich gut mitmache, dann melde ich mich oft und dann merke ich für mich selber, ob ich das Thema verstanden habe – gut - und habe auch viele Ideen, merke ich dann.
Verstehen als Realisation (Stufe III – VI: Vertieftes Verstehen)	Man hat eine Erleuchtung. Ich kann die Sachen mit eigenen Worten erklären. Wenn ich weiß, wie es geht, wenn ich sagen kann: so ist es gegangen. Wenn ich alle Schritte genau verstehe und erkläre.	Verstehen kann man nicht beobachten. Es gibt die (im Sinne von einer einzigen M.S.) Auflösung. Mir ist ein Licht aufgegangen. Jeder hat eine eigene Logik. Es selber gemacht haben

Fragebogen

Helmstad (Wagenschein)	Klasse 8a	Klasse 8b
Verstehen als Rezeption (Stufe I: nur verbal)	<ul style="list-style-type: none"> • Weil ich aufgepasst habe 	<ul style="list-style-type: none"> • Wenn man mich fragt kann ich die richtige Antwort geben • Wenn ich es richtig wiedergeben kann • Wenn ich es auswendig kann
Verstehen als Akquisition (Stufe II: verfügend/bedienend)	<ul style="list-style-type: none"> • Wenn ich es nachvollziehen kann 	<ul style="list-style-type: none"> • Wenn ich es nachvollziehen kann • Wenn ich mir erklären kann, warum das passiert • Wenn ich gut mitarbeiten kann

Verstehen als Realisation (Stufe III – VI: Vertieftes Verstehen)	<ul style="list-style-type: none"> • Wenn ich weiß was passiert ist/wie etwas geht (zu 100%) • Wenn ich es selbst erklären kann/man dem erzählen kann • Wenn es in den Kopf klingelt • Wenn ich alle Teilschritte genau verstehe • Wenn ich es kann und es für mich einen Sinn hat • Wenn ich keine Fragen mehr habe 	<ul style="list-style-type: none"> • Wenn ich es (mit eigenen Worten) erklären kann • Wenn ich weiß wie es geht/funktioniert (wenn ich weiß wie die Stoffe entstanden sind) • Wenn ich den Sinn verstehe • Wenn ich verstehe, wie es entsteht • Wenn ich mir selber eine Frage beantworten kann • Wenn ich selbst immer wieder warum frage • Wenn ich (mich in Ruhe und Stille zuhause zurückziehe und) nachdenke • Wenn ich es mir zuhause noch mal klarmache weiß ich es
---	--	--

4.5 Interkoderreliabilität der Zuordnungen:

Um die Ergebnisse abzusichern, werden die Zuordnungen der Schüleräußerungen zu den Räumen der Wagenscheindidaktik in Teilfrage 4.1 sowie die Zuordnungen der Schüleräußerungen zu den Rangstufen des Verstehens in Teilfrage 4.3 in einem weiteren Durchlauf noch durch eine weitere Kodiererin vorgenommen. Für den Cohens Kappa Koeffizient gilt, wie im Kapitel *Durchführung der Untersuchung* ausführlich beschrieben, bei jedem der betrachteten Bereiche:

$$\kappa > 0,8$$

Damit ist die Interkoderreliabilität gegeben.

Auf diese Weise erhält man für jede der drei Teilfragen von jeder Klasse einen Ergebnisraum, der von der Struktur her dem Martonschen OUTCOME SPACE gleicht, jedoch befindet sich dieser auf der Metaebene. Die so gewonnenen drei Meta-Ergebnisräume stellen den wesentlichen Ertrag zur Beantwortung der *vierten Forschungsfrage* dar.

Dabei wird, ebenso wie bei der Beantwortung der zweiten und dritten Forschungsfrage der Anspruch erhoben dass die jeweiligen *Sets der Kategorien*, also die *drei Meta-Ergebnisräume* im Martonschen Sinne *stabil und verallgemeinerbar* sind, weil sie in gleicher Weise in unterschiedlichen Situationen (hier in unterschiedlichen Klassen beziehungsweise unterschiedlichen Unterrichtsstunden) auftauchen (Vergl.: Marton 1981, S. 195).

4.6 Betrachtung der Aussagen der sieben von elf interviewten Schülerinnen, bei denen sich ein *Vertieftes Verstehen* eingestellt hat

Die vorhergehenden Abschnitte haben einen klaren Aufschluss über die komplexen Zusammenhänge des durchgeführten Unterrichts gegeben. Lassen sich auch Aussagen über den Beziehung zwischen dem Unterricht und dem *Vertieften Verstehen* machen?

Betrachtet man dazu nun die Aussagen (aus den Interviews, wie sie oben zusammengestellt sind) der sieben (von den elf interviewten) Schülerinnen, bei denen sich ein *Vertieftes Verstehen* eingestellt hat (Dominik, Fabian, Franka, Janina, Julia K., Sarah und Steven), so lässt sich Folgendes feststellen:

- Sie empfinden den Unterricht überwiegend als „vertieft“ und bewerten auch überwiegend positiv, dass der Lehrer nicht gesagt hat „wie es ist“, auch wenn die Gesprächsphasen manchmal als zu langatmig empfunden wurden.
- Sie waren überwiegend der Meinung, dass diese Art des Unterrichts öfter durchgeführt werden sollte.
- Dabei äußern sie sehr klare und differenzierte Vorstellungen, von dem, was Verstehen für sie bedeutet.

Dabei beschrieben sie den Unterricht, dessen erklärtes Ziel ein Verstehen war, was auch vom Lehrer so kommuniziert wurde (Aussagen der Kategorie LV) überwiegend als ***hilfreich und konstruktiv*** (vergl. z.B. Interview Fabian 8b 456, 460, 468, Interview Steven 8a 182, Interview Franka 8a 326, Interview Julia K. 8b 235, Interview Janina 8a 288, Interview Sarah 8b 290) und ***für das Verstehen nützlich*** (vergl. u.a.: Interview Fabian 8b 284, Interview Steven 8a 192, Interview Julia K. 8b 237, Interview Janina 8a 260, Interview Sarah 8b 296, 276). Lediglich Dominik lehnte die Unterrichtsform komplett als zu langweilig und ineffektiv ab.

Aus diesem Grund kann man zu dem Schluss kommen, dass im untersuchten Fall diese Unterrichtssequenz von denjenigen Schülerinnen, bei denen sich ein Vertieftes Verstehen tatsächlich eingestellt hat, überwiegend als hilfreich empfunden wurde.

4.7 Zusammenfassung

In diesem Kapitel sollte danach geschaut werden, inwieweit der auf Wagenschein basierende Unterricht für das *Vertiefte Verstehen* der Schülerinnen verantwortlich gemacht werden kann. Da diese Fragestellung in mehreren Dimensionen zu komplex ist, als dass man eine eindeutige Abhängigkeit eines *Vertieften Verstehens* von der Intention des Unterrichts, von der Umsetzung des Unterrichts beziehungsweise von der Art des Erlebens des Unterrichts seitens der Schülerinnen ableiten könnte, wurde die vierte Forschungsfrage folgendermaßen differenziert:

4.1 Erleben auch die Schülerinnen den Unterricht als *vertieft*?

4.2 Tritt *Verstehen* in den Vordergrund?

4.3 Was bedeutet *Verstehen* dabei für die Betroffenen?

Somit erhielt man aus der Reflexion der Schülerinnen über den Unterricht einmal in den Einzelinterviews, zum anderen in den Metagesprächen und den Fragebögen für jede Teilfrage einen, dem Martonschen Ergebnisraum ähnlichen *Ergebnisraum*, der jedoch die Reflexionen über den Unterricht zum Inhalt hat, *sich demzufolge also auf der Metaebene befindet*.

Dabei zeigte sich, dass die Schülerinnen zum größten Teil eine sehr differenzierte Wahrnehmung der Unterrichtsform äußerten, die sich den einzelnen, im ersten Teil dieser Arbeit vorgestellten, Räumen der Wagenscheindidaktik zuordnen ließen. Dabei konnten die Räume von jeder der beiden Klassen aufgespannt werden.

Weiterhin konnten sich die Schülerinnen sehr konkret und zum Teil auch mit Beispielen belegt, darüber äußern, was Verstehen für sie bedeutet und inwieweit die sokratischen Gespräche hilfreich für ihr persönliches Verstehen waren. In dieser Reflexion ließen sich die Schülervorstellungen über ihr individuellen Verstehens leicht den Wagenscheinschen/Helmstadschen Rangstufen des Verstehens zuordnen, wobei die Genauigkeit, mit denen die Schülerinnen eine Vorstellung von Verstehen, das einer Stufe III oder höher zugeordnet und somit als ein *Vertieftes Verstehen* bezeichnet werden kann, in einer großen Differenziertheit beobachtet werden konnten.

In dieser Unterrichtssequenz sind die Möglichkeiten eines *Vertieften Verstehens* in der Planung angelegt. Die Umsetzung eines genetisch-sokratisch-exemplarischen Unterrichts gelang, wie in der Beantwortung der ersten Forschungsfrage beschrieben, jedoch nur teilweise. Dennoch wurde die Intention des Lehrers, dass Verstehen das erklärte Ziel ist, sehr klar zum Ausdruck gebracht.

Die Schülerinnen in den Klassen erleben den Unterricht überwiegend als vertieft und konstruktiv, bei sieben der elf interviewten Schülerinnen stellte sich ein *Vertieftes Verstehen* ein und der Unterricht wurde von sechs dieser sieben Schülerinnen dazu als hilfreich empfunden.

Daraus kann, handelt es sich hier ja um eine Fallstudie und keine Feldstudie, keine automatische Abhängigkeit des *Vertieften Verstehens* von einem auf Wagenscheins genetisch-sokratisch-exemplarischen Lehrverfahren beruhenden Unterricht hergeleitet werden. Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen jedoch deutlich, dass aus der Sicht der meisten beteiligten Schülerinnen die Anlage und Durchführung des Unterrichts für das Verstehen hilfreich gewesen ist.